

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-086865

(43)Date of publication of application : 20.03.2003

(51)Int.Cl.

H01L 43/08  
G11B 5/39  
H01F 10/16  
H01F 10/32  
H01F 41/14  
H01L 43/10  
H01L 43/12

(21)Application number : 2002-185023

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO  
LTD

(22)Date of filing : 25.06.2002

(72)Inventor : MATSUKAWA NOZOMI  
ODAKAWA AKIHIRO  
SUGITA YASUNARI  
SATOMI MITSUO  
KAWASHIMA YOSHIO  
HIRAMOTO MASAYOSHI

(30)Priority

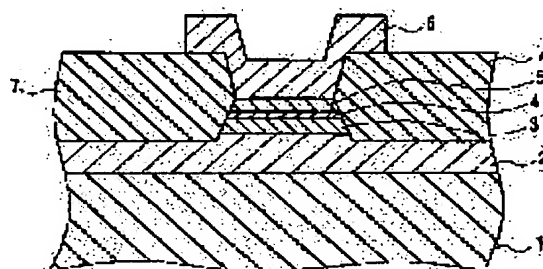
Priority number : 2001192217 Priority date : 26.06.2001 Priority country : JP

## (54) MAGNETIC RESISTANCE ELEMENT AND ITS MANUFACTURING METHOD

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a magnetic resistance element that can prevent degrading of reliability and stability even when it is heated for monolithic processing with a conventional Si semiconductor.

**SOLUTION:** This magnetic resistance element is manufactured by a method including a step for heat treatment of 330° C or higher, and a maximum distance between the center line of a nonmagnetic layer and a boundary between paired ferromagnetic layers and nonmagnetic layer is 10 nm or less. The magnetic resistance element is formed by forming a base film on a substrate, heating the base film at 400° C or higher, emitting an ion beam over the base film to reduce its surface roughness, and forming a ferromagnetic layer and a magnetic layer. Even when an M1 (at least one kind selected among Tc, Re, Ru, Os, Rh, Ir, Pd, Pt, Cu, Ag, and Au) is given in a region of 2 nm from the boundary with the nonmagnetic layer, the maximum distance is relatively reduced.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.06.2002  
[Date of sending the examiner's decision of rejection]  
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number] 3607265  
[Date of registration] 15.10.2004  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-86865

(P2003-86865A)

(43) 公開日 平成15年3月20日 (2003.3.20)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 L 43/08

識別記号

F I

H 0 1 L 43/08

テ-マコ-ト\* (参考)

Z 5 D 0 3 4

D 5 E 0 4 9

M

G 1 1 B 5/39

H 0 1 F 10/16

G 1 1 B 5/39

H 0 1 F 10/16

審査請求 有 請求項の数14 O L (全 45 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-185023(P2002-185023)

(22) 出願日 平成14年6月25日 (2002.6.25)

(31) 優先権主張番号 特願2001-192217(P2001-192217)

(32) 優先日 平成13年6月26日 (2001.6.26)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 松川 望

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器

産業株式会社内

(72) 発明者 小田川 明弘

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器

産業株式会社内

(74) 代理人 110000040

特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ

ズ

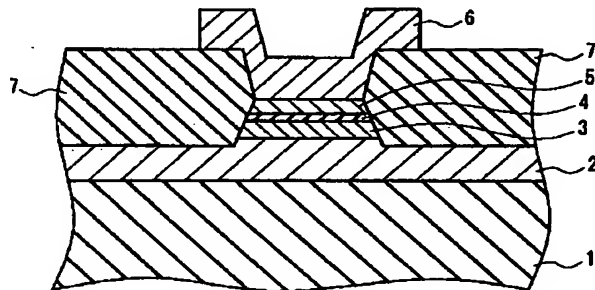
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気抵抗素子とその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 従来のS i 半導体とモノリシック化するために熱処理しても、信頼性および安定性の低下を抑制できる磁気抵抗素子を提供する。

【解決手段】 330℃以上で熱処理する工程を含む方法により製造され、かつ非磁性層の中心線から、一対の強磁性層と非磁性層との間の界面までの最長距離が10nm以下である磁気抵抗素子とする。この素子は、基板上に下地膜を形成し、この下地膜を400℃以上で熱処理し、この下地膜の表面にイオンビームを照射して表面粗さを低減し、強磁性層および磁性層を形成して得ることができる。非磁性層との界面から2nmの範囲の強磁性層に、M<sup>1</sup> (Tc、Re、Ru、Os、Rh、Ir、Pd、Pt、Cu、AgおよびAuから選ばれる少なくとも1種) を添加しても、上記最長距離は相対的に低下する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板と前記基板上に形成された多層膜を含み、前記多層膜が一对の強磁性層と前記一对の強磁性層の間に挟持された非磁性層とを含み、前記一对の強磁性層における磁化方向がなす相対角度により抵抗値が異なる磁気抵抗素子であって、前記基板および前記多層膜を330℃以上で熱処理する工程を含む方法により製造され、前記非磁性層を厚さ方向に等分に分割するように定めた中心線から、前記一对の強磁性層と前記非磁性層との間の界面までの最長距離が20nm以下である磁気抵抗素子。ただし、前記最長距離は、長さを50nmとする10本の中心線ごとについて定めた上記界面までの最長距離から、最大値および最小値を除いて8個の最長距離を定め、さらに上記8個の最長距離の平均値をとって定める。

【請求項2】 前記基板が単結晶基板である請求項1に記載の磁気抵抗素子。

【請求項3】 前記非磁性層がトンネル絶縁層である請求項1に記載の磁気抵抗素子。

【請求項4】 前記多層膜が、一对の強磁性層を挟持するように配置された一对の電極をさらに含む請求項1に記載の磁気抵抗素子。

【請求項5】 前記最長距離が3nm以下である請求項1に記載の磁気抵抗素子。

【請求項6】 前記界面の少なくとも一方から前記非磁性層と反対側に2nmだけ進んだ範囲における組成が、式 $(\text{Fe}_x\text{Co}_y\text{Ni}_z)\text{pM}^1\text{qM}^2\text{rM}^3\text{sAt}$ により表示される請求項1に記載の磁気抵抗素子。ただし、 $\text{M}^1$ は、Tc、Re、Ru、Os、Rh、Ir、Pd、Pt、Cu、AgおよびAuから選ばれる少なくとも1種の元素であり、 $\text{M}^2$ は、MnおよびCrから選ばれる少なくとも1種の元素であり、 $\text{M}^3$ は、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Mo、W、Al、Si、Ga、Ge、InおよびSnから選ばれる少なくとも1種の元素であり、Aは、B、C、N、O、PおよびSから選ばれる少なくとも1種の元素であり、x、y、z、p、q、r、sおよびtは、それぞれ、 $0 \leq x \leq 100$ 、 $0 \leq y \leq 100$ 、 $0 \leq z \leq 100$ 、 $x+y+z=100$ 、 $40 \leq p \leq 99.7$ 、 $0.3 \leq q \leq 60$ 、 $0 \leq r \leq 20$ 、 $0 \leq s \leq 30$ 、 $0 \leq t \leq 20$ 、 $p+q+r+s+t=100$ を満たす数値である。

【請求項7】  $p+q+r=100$ である請求項6に記載の磁気抵抗素子。

【請求項8】  $p+q=100$ である請求項7に記載の磁気抵抗素子。

【請求項9】 多層膜がさらに反強磁性層を含む請求項1に記載の磁気抵抗素子。

【請求項10】 非磁性層と反強磁性層との距離が3nm以上50nm以下である請求項9に記載の磁気抵抗素

子。

【請求項11】 基板と前記基板上に形成された多層膜を含み、前記多層膜が一对の強磁性層と前記一对の強磁性層の間に挟持された非磁性層とを含み、前記一对の強磁性層における磁化方向がなす相対角度により抵抗値が異なる磁気抵抗素子であって、前記基板および前記多層膜を330℃以上で熱処理する工程を含む方法により製造され、前記一对の強磁性層と非磁性層との界面の少なくとも一方から前記非磁性層と反対側に2nmだけ進んだ範囲における組成が、式 $(\text{Fe}_x\text{Co}_y\text{Ni}_z)\text{pM}^1\text{qM}^2\text{rM}^3\text{sAt}$ により表示される磁気抵抗素子。ただし、 $\text{M}^1$ は、Tc、Re、Ru、Os、Rh、Ir、Pd、Pt、Cu、AgおよびAuから選ばれる少なくとも1種の元素であり、 $\text{M}^2$ は、MnおよびCrから選ばれる少なくとも1種の元素であり、 $\text{M}^3$ は、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Mo、W、Al、Si、Ga、Ge、InおよびSnから選ばれる少なくとも1種の元素であり、Aは、B、C、N、O、PおよびSから選ばれる少なくとも1種の元素であり、x、y、z、p、q、r、sおよびtは、それぞれ、 $0 \leq x \leq 100$ 、 $0 \leq y \leq 100$ 、 $0 \leq z \leq 100$ 、 $x+y+z=100$ 、 $40 \leq p \leq 99.7$ 、 $0.3 \leq q \leq 60$ 、 $0 \leq r \leq 20$ 、 $0 \leq s \leq 30$ 、 $0 \leq t \leq 20$ 、 $p+q+r+s+t=100$ を満たす数値である。

【請求項12】 基板と前記基板上に形成された多層膜を含み、前記多層膜が一对の強磁性層と前記一对の強磁性層の間に挟持された非磁性層とを含み、前記一对の強磁性層における磁化方向がなす相対角度により抵抗値が異なる磁気抵抗素子の製造方法であって、前記基板上に、前記強磁性層および前記非磁性層を除く前記多層膜の一部を下地膜として形成する工程と、前記下地膜を400℃以上で熱処理する工程と、前記下地膜の表面にイオンビームを照射して前記表面の粗さを低減する工程と、前記表面上に、前記強磁性層および前記非磁性層を含む前記多層膜の残部を形成する工程と、前記基板および前記多層膜を330℃以上で熱処理する工程と、を含む磁気抵抗素子の製造方法。

【請求項13】 イオンビームを下地膜の表面への入射角が5°以上25°以下となるように照射する請求項12に記載の磁気抵抗素子の製造方法。

【請求項14】 多層膜の一部として下部電極および上部電極を形成し、前記下部電極が前記下地膜に含まれる請求項12に記載の磁気抵抗素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ハードディスクドライブ(HDD)等の磁気記録に用いられる磁気ヘッドや、磁気ランダムアクセスメモリ(MRAM)に用いら

れる磁気抵抗素子と、その製造方法に関するものである。

#### 【0002】

【従来の技術】強磁性層／非磁性層／強磁性層を基本構成として含む多層膜に非磁性層を横切るように電流を流すと、磁気抵抗効果が得られる。非磁性層としてトンネル絶縁層を用いるとスピントネル効果が、非磁性層としてCu等の導電性金属層を用いるとCPP (Current Perpendicular to the Plane) GMR効果がそれぞれ得られる。いずれの磁気抵抗効果(MR効果)も非磁性層を挟む強磁性層の磁化相対角の大きさに依存し、前者は両磁性層間に流れるトンネル電子の遷移確率が磁化相対角に応じて変化することに、後者はスピン依存散乱が変化することに、それぞれ由来すると説明されている。

#### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】磁気抵抗素子をデバイス化する場合、特にMRAM (磁気ランダムアクセスメモリ)等の磁気メモリに用いる場合には、従来のSi半導体とモノリシック化することが、コスト、集積度等の観点から、必要となる。

【0004】Si半導体プロセスでは、配線欠陥を取り除くために、高温で熱処理が行われる。この熱処理は、例えば400℃～450℃程度の温度で水素中において行われる。しかし、磁気抵抗素子は、300℃～350℃以上の熱処理を行うと、MR特性が劣化する。

【0005】半導体素子の形成後に磁気抵抗素子を作り込むことも提案されている。しかし、この提案に従うと、磁気抵抗素子に対して磁界を加えるための配線等を、磁気抵抗素子作製後に形成しなくてはならない。このため、やはり熱処理を行わないと、配線抵抗にバラツキが生じ、素子の信頼性や安定性が低下する。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の磁気抵抗素子は、基板とこの基板上に形成された多層膜を含み、この多層膜が一对の強磁性層とこの一对の強磁性層の間に挟持された非磁性層とを含み、上記一对の強磁性層における磁化方向がなす相対角度により抵抗値が異なる。この磁気抵抗素子は、基板および多層膜を330℃以上、場合によっては350℃以上、さらには400℃以上、で熱処理する工程を含む方法により製造される。この磁気抵抗素子では、非磁性層を厚さ方向に等分に分割するように定めた中心線から、一对の強磁性層と非磁性層との間の界面までの最長距離R1が20nm以下、好ましくは10nm以下である。

【0007】ただし、最長距離R1は、長さを50nmとする10本の中心線ごとについて定めた上記界面までの最長距離から、最大値および最小値を除いて8個の最長距離を定め、さらに上記8個の最長距離の平均値をとって定める。

【0008】本発明は、上記第1の磁気抵抗素子の製造

に適した方法も提供する。この製造方法は、基板上に、上記強磁性層および上記非磁性層を除く上記多層膜の一部を下地膜として形成する工程と、上記下地膜を400℃以上で熱処理する工程と、上記下地膜の表面にイオンビームを照射してこの表面を平坦化する工程と、上記表面上に、上記強磁性層および上記非磁性層を含む上記多層膜の残部を形成する工程と、上記基板および上記多層膜を330℃以上、場合によっては350℃以上、さらには400℃以上、で熱処理する工程と、を含む。

【0009】本発明による第2の磁気抵抗効果素子は、基板とこの基板上に形成された多層膜を含み、この多層膜が一对の強磁性層とこの一对の強磁性層の間に挟持された非磁性層とを含み、上記一对の強磁性層における磁化方向がなす相対角度により抵抗値が異なる。この磁気抵抗素子は、基板および多層膜を330℃以上、場合によっては350℃以上、さらには400℃以上、で熱処理する工程を含む方法により製造される。また、この磁気抵抗素子では、一对の強磁性層と非磁性層との界面の少なくとも一方から2nmの範囲における当該強磁性層の組成が、式 $(\text{Fe}_x\text{Co}_y\text{Ni}_z)\text{pM}^1\text{qM}^2\text{rM}^3\text{sAt}$ により表示される。

【0010】ただし、 $M^1$ は、Tc、Re、Ru、Os、Rh、Ir、Pd、Pt、Cu、AgおよびAuから選ばれる少なくとも1種の元素であり、 $M^2$ は、MnおよびCrから選ばれる少なくとも1種の元素であり、 $M^3$ は、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Mo、W、Al、Si、Ga、Ge、InおよびSnから選ばれる少なくとも1種の元素であり、Aは、B、C、N、O、PおよびSから選ばれる少なくとも1種の元素であり、x、y、z、p、q、r、sおよびtは、それぞれ、 $0 \leq x \leq 100$ 、 $0 \leq y \leq 100$ 、 $0 \leq z \leq 100$ 、 $x+y+z=100$ 、 $40 \leq p \leq 99$ 、 $7, 0, 3 \leq q \leq 60$ 、 $0 \leq r \leq 20$ 、 $0 \leq s \leq 30$ 、 $0 \leq t \leq 20$ 、 $p+q+r+s+t=100$ を満たす数値である。

#### 【0011】

【発明の実施の形態】実験により確認されたところによると、高温での熱処理に伴って非磁性層の界面の平坦性は低下し、この平坦性と素子のMR特性とは相関関係が存在する。そこで、非磁性層の下地となる膜の処理および／または上記界面近傍における組成の調整により、熱処理後における非磁性層の界面を平坦化したところ、素子のMR特性も向上した。

【0012】非磁性層の界面の「荒れ」のうち、MR特性への影響が大きいのは、周期が比較的短い「荒れ」である。図1(a)に示したように、強磁性層13、15と非磁性層14との界面21、22には、大きな曲率半径Rにより表示できる「うねり」が存在することがある。しかし、このようにピッチの長い「うねり」はMR特性にそれほど影響しない。素子のMR特性との関係により明確に把握するためには、長さ50nm程度の範囲

での界面の状態を評価することが望ましい。

【0013】図1(b)に示したように、本明細書では、MR特性との関係を把握するために、非磁性層14を厚さ方向に等分に分割するように定めた中心線10を基準線として用いることとした。この方法によれば、2つの界面21、22の状態を同時に評価することができる。中心線10は、詳しくは、最小自乗法に基づいて定めることができる。この方法では、図1(c)に拡大して示したように、中心線10上の点P<sub>i</sub>と、この点を通るように定めた中心線10に対する垂線20と界面21との交点Q<sub>i</sub>との距離P<sub>i</sub>Q<sub>i</sub>、点P<sub>i</sub>と同様にして定めた界面22との交点R<sub>i</sub>との距離P<sub>i</sub>R<sub>i</sub>とを考慮する。そして、これらの距離の2乗の和が等しくなる条件( $\int (P_i Q_i)^2 dx = \int (P_i R_i)^2 dx$ )の下で、 $\int (P_i Q_i)^2 dx$ が最小になるように中心線10が定められる。

【0014】こうして中心線10を定めると、これに応じて、中心線10と界面21、22との間の最長距離Lが求まる。本明細書では、測定誤差をできるだけ排除するために、任意に定めた10本の中心線についてそれぞれ10個の最長距離Lを定め、最大および最小の値(L<sub>max</sub>、L<sub>min</sub>)を除く8個の最長距離Lについて、平均値を算出し、この平均値を評価の尺度R1とした。

【0015】上記測定は、透過型電子顕微鏡(TEM)による断面像に基づいて行うとよい。簡易的な評価は、非磁性層までで成膜を中止したモデル膜を減圧雰囲気中でその場(in-situ)熱処理し、そのままの状態を保ちつつ原子間力顕微鏡(AFM)により表面形状を観察することにより行うこともできる。

【0016】なお、検討した範囲では、上記R1による評価が、MR特性と非磁性層の平坦性との関係を把握するには最も適切である。ただし、界面の最小曲率半径に基づく評価により、さらに良好に上記関係を説明できる可能性はある。現時点では、TEM観察のためのサンプル厚みの制御に限界があるため、厚みが十分薄い部分を除いては界面が厚み方向に重なりがちとなる。このため、特に最小曲率半径が小さいサンプルでは、最小曲率半径を明確に特定できない。しかし、TEM観察のためのサンプルを作製する技術の進歩によっては、例えば50~100nmの範囲で最小曲率半径を10ヵ所決定し、上記と同様、その最大および最小の値を除いた8個の値の平均値が、より適切な評価基準を提供する可能性はある。

【0017】非磁性層の平坦性には、非磁性層とこれを挟持する強磁性層との積層構造(強磁性層/非磁性層/強磁性層)を成膜する表面を提供する下地膜の状態が影響する。多層膜に一对の強磁性層を挟持する下部電極および上部電極が含まれる場合、下地膜は下部電極を含むことになる。下部電極は、例えば100nm~2μm程度と比較的厚く形成されることが多いため、この電極が

少なくとも一部を構成する下地膜は、厚く形成することになる。厚膜化された下地膜の表面の平坦性や層内の歪みは、その上に形成される非磁性層の平坦性に影響を及ぼしやすい。

【0018】なお、下部電極は、単層膜に限らず、複数の導電膜からなる多層膜であってもよい。

【0019】下地膜には400℃以上、好ましくは500℃以下の温度で熱処理を施すことが好ましい。この熱処理により、下地膜の歪みを低減できる。熱処理は、特に制限されないが、減圧雰囲気中またはAr等の不活性ガス雰囲気中において行うとよい。

【0020】下地膜の表面に、低角度でイオンミリングやガスクラスターイオンビームを照射すると、この表面の粗さを抑制できる。イオンビームの照射は、イオンビームが下地膜の表面への入射角を5°~25°として行うとよい。ここで、入射角は表面に垂直な方位を90°、表面に平行な方位を0°として定める。

【0021】熱処理による結晶粒の成長等を考慮すると、イオンビームの照射による平坦化処理は、熱処理の後に行うとよい。イオンビームを処理する表面は、その上に直接、強磁性層を形成する面であることが好ましいが、他の層を介して強磁性層を支持する面であってもよい。

【0022】単結晶基板を用いると、R1が低い素子が得られやすい。ただし、単結晶基板を使用しなくても、下部電極へのイオンビームの照射等により、R1が小さい素子が得られることはある。非磁性層の平坦性には、非磁性層の界面近傍における強磁性層の組成も影響する。

【0023】具体的には、一对の強磁性層と非磁性層との界面の少なくとも一方から2nmの範囲、好ましくは4nmの範囲における当該界面に接する強磁性層の組成を、下記式により表示される範囲とすると、R1が低い磁気抵抗素子が得られやすい。

【0024】 $(Fe_xCo_yNi_z)pM^1qM^2rM^3sAt$ ただし、M<sup>1</sup>は、Tc、Re、Ru、Os、Rh、Ir、Pd、Pt、Cu、AgおよびAuから選ばれる少なくとも1種の元素、好ましくはIr、Pd、Ptであり、M<sup>2</sup>は、MnおよびCrから選ばれる少なくとも1種の元素であり、M<sup>3</sup>は、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Mo、W、Al、Si、Ga、Ge、InおよびSnから選ばれる少なくとも1種の元素であり、Aは、B、C、N、O、PおよびSから選ばれる少なくとも1種の元素である。

【0025】また、x、y、z、p、q、r、sおよびtは、それぞれ、 $0 \leq x \leq 100$ 、 $0 \leq y \leq 100$ 、 $0 \leq z \leq 100$ 、 $x+y+z=100$ 、 $40 \leq p \leq 99.7$ 、 $0.3 \leq q \leq 60$ 、 $0 \leq r \leq 20$ 、 $0 \leq s \leq 30$ 、 $0 \leq t \leq 20$ 、 $p+q+r+s+t=100$ を満たす数値である。

【0026】上記式では、 $p+q+r=100$  ( $s=0$ ,  $t=0$ ) が成立してもよく、 $p+q=100$  (さらに  $r=0$ ) が成立してもよい。

【0027】元素M<sup>1</sup>が、非磁性層との界面近傍に含まれると、小さいR1が実現しやすくなる。元素M<sup>1</sup>の添加により、330℃以上の熱処理後におけるMR特性は、熱処理前と比較して、むしろ向上することがあった。現時点で、元素M<sup>1</sup>の作用は十分に明らかではない。しかし、これら元素は酸素等に対して触媒効果を有するため、元素M<sup>1</sup>により非磁性層を構成する非磁性化合物の結合状態が強化され、その結果、バリア特性等が改善した可能性はある。

【0028】元素M<sup>1</sup>の含有量が60at%を超えると ( $q>60$ )、強磁性層における強磁性体としての機能が低下するため、MR特性は劣化する。元素M<sup>1</sup>の好ましい含有量は、3~30at% ( $3\leq q\leq 30$ ) である。

【0029】元素M<sup>2</sup>は、酸化されやすく、かつ酸化されると磁性を有する酸化物となる。元素M<sup>2</sup>は、反強磁性層に使用されることがある。そして、熱処理により非磁性層との界面近傍にまで拡散すると、界面近傍で酸化物を形成し、特性を劣化させる可能性がある。しかし、元素M<sup>2</sup>は、20at%以下であれば ( $r\leq 20$ )、元素M<sup>1</sup>とともに存在する限りにおいて、MR特性の著しい劣化をもたらさない。特に、元素M<sup>2</sup>の含有量が元素M<sup>1</sup>の含有量よりも少ない場合には ( $q>r$ )、MR特性は、劣化せず、むしろ向上する場合があった。元素M<sup>1</sup>とともに添加された場合には ( $q>0$ ,  $r>0$ )、熱処理後におけるMR特性の向上に元素M<sup>2</sup>が寄与している可能性はある。

【0030】磁気抵抗素子をデバイスに用いる場合には、MR特性以外にも、軟磁気特性、高周波特性等の磁気特性も重要となる。この場合には、適宜、元素M<sup>1</sup>、元素Aを上記範囲内で添加するとよい。

【0031】Fe、CoおよびNiは、含有量の合計が40~99.7at%であれば、その比率に制限はない。ただし、これら3元素がすべて存在する場合は、 $0<x<100$ ,  $0<y<100$ ,  $0<z\leq 90$  (特に  $0<z\leq 65$ ) が好適である。FeとCoとの2成分系の場合は ( $z=0$ )、 $5\leq x<100$ ,  $0<y\leq 95$  が好適である。FeとNiとの2成分系の場合は ( $y=0$ )、 $5\leq x<100$ ,  $0<z\leq 95$  が好適である。

【0032】組成の分析は、例えばTEMによる局所組成分析により行えばよい。非磁性層の下方の強磁性層については、非磁性層までで成膜を停止したモデル膜を用いて分析してもよい。この場合は、モデル膜に対して所定温度で熱処理を行った後、適宜、非磁性層をミリングにより除去し、オージェ光電子分光、XPS組成分析等の表面分析法により組成を測定すればよい。

【0033】図2および図3に磁気抵抗素子の基本構造

を示す。この素子では、基板1上に、下部電極2、第1強磁性層3、非磁性層4、第2強磁性層5および上部電極6がこの順に積層されている。強磁性層/非磁性層/強磁性層の積層体を挟持する一対の電極2、6の間は、層間絶縁膜7により絶縁されている。

【0034】磁気抵抗素子の膜構成は、これに限らず、図4~図11に示したように、他の層をさらに加えてもよい。なお、これらの図では、図示が省略されているが、必要に応じ、下部電極が積層体の図示下方に、上部電極が積層体の図示上方に配置される。これらの図に示されていない層 (例えば下地層や保護層) をさらに付加しても構わない。

【0035】図4では、反強磁性層8が強磁性層3に接するように形成されている。この素子では、反強磁性層8との交換バイアス磁界により、強磁性層3は一方向異方性を示し、その反転磁界が大きくなる。反強磁性層8を付加することにより、この素子は、強磁性層3が固定磁性層として、他方の強磁性層5が自由磁性層として機能するスピンバルブ型の素子となる。

【0036】図5に示したように、自由磁性層5として、一対の強磁性膜51、53が非磁性金属膜52を挟持する積層フェリを用いてもよい。

【0037】図6に示したように、デュアルスピンバルブ型の素子としてもよい。この素子では、自由磁性層5を挟むように2つの固定磁性層3、33が配置されており、自由磁性層5と固定磁性層3、33との間に非磁性層4、34が介在している。

【0038】図7に示したように、デュアルスピンバルブ型の素子においても、固定磁性層3、33を積層フェリ51、52、53; 71、72、73としてもよい。この素子では、固定磁性層3、33に接するように、それぞれ反強磁性層8、38が配置されている。

【0039】図8に示したように、図4に示した素子において、固定磁性層3として、一対の強磁性膜51、53が非磁性金属膜52を挟持する積層フェリを用いてもよい。

【0040】図9に示したように、反強磁性層を用いない保磁力差型の素子としてもよい。ここでは、積層フェリ51、52、53が固定磁性層3として用いられている。

【0041】図10に示したように、図8に示した素子において、さらに自由磁性層5を積層フェリ71、72、73により構成してもよい。

【0042】図11に示したように、反強磁性層8の両側に、それぞれ、固定磁性層3 (33)、非磁性層4 (34)、自由磁性層5 (35) を配置してもよい。ここでは、固定磁性層3 (23) として、積層フェリ51 (71)、52 (72)、53 (73) を用いた例が示されている。

【0043】基板1としては、表面が絶縁された板状



体、例えば、熱酸化処理されたSi基板、石英基板、サファイア基板等を用いることができる。基板の表面は、平滑であるほうがよいので、必要に応じ、ケモメカニカルポリッシング(CMP)等の平滑化処理を行ってもよい。基板の表面には、予め、MOSトランジスタ等のスイッチング素子を作製しておいてもよい。この場合は、スイッチング素子上に絶縁層を形成し、この絶縁層にコンタクトホールを形成して、上部に作製する磁気抵抗素子との電気的接続を確保するとよい。

【0044】反強磁性層8には、Mn含有反強磁性体やCr含有反強磁性体を用いばよい。Mn含有反強磁性体としては、例えばPtMn、PdPtMn、FeMn、IrMn、NiMnが挙げられる。これらの反強磁性体からは、熱処理により、元素M<sup>2</sup>が拡散する可能性がある。従って、非磁性層の界面近傍における元素M<sup>2</sup>の好ましい含有量(20at%以下)を考慮すると、非磁性層と反強磁性層との距離(図4におけるd)は、3nm以上50nm以下が適当である。

【0045】多層膜を構成するその他の層にも、従来から知られている各種材料を特に制限なく使用できる。

【0046】例えば、非磁性層2には、素子の種類に応じて、導電性ないし絶縁性の材料を用いばよい。CPP-GMR素子に用いる導電性非磁性層には、例えば、Cu、Au、Ag、Ru、Crおよびこれらの合金を用いることができる。CPP-GMR素子における非磁性層の好ましい膜厚は、1~10nmである。TMR素子に用いるトンネル絶縁層に用いる材料にも特に制限はなく、各種絶縁体または半導体を使用できるが、Alの酸化物、窒化物または酸窒化物が適している。TMR素子における非磁性層の好ましい膜厚は、0.8~3nmである。

【0047】積層フェリを構成する非磁性膜の材料としては、Cr、Cu、Ag、Au、Ru、Ir、Re、Osならびにこれらの合金および酸化物が挙げられる。この非磁性膜の好ましい膜厚は、材料により異なるが、0.2~1.2nmである。

【0048】多層膜を構成する各層の成膜法にも特に制限はなく、スパッタ法、MBE(Molecular Beam Epitaxy)法、CVD(Chemical Vapor Deposition)法、パルスレーザーデポジション法、イオンビームスパッタ法等の薄膜作製法を適用すればよい。微細加工法としては、公知の微細加工法、例えば、コンタクトマスクやステッパを用いたフォトリソグラフィ法、EBリソグラフィ法、FIB(Focused Ion Beam)加工法等を用いばよい。

【0049】エッチング法としても、イオンミリングやRIE(Reactive Ion Etching)等公知の方法を用いばよい。

【0050】従来の磁気抵抗素子においても、300℃程度までの熱処理であれば、熱処理の後にMR特性が向

上することはあった。しかし、300~350℃以上の熱処理の後にはMR特性は劣化していた。本発明の磁気抵抗素子は、従来の素子に対し、330℃以上の熱処理後に優位な特性を示しうるが、350℃以上、400℃以上と熱処理温度が高くなるにつれ、処理後の特性の相違は歴然たるものとなる。

【0051】Si半導体プロセスを組み合わせることを考慮すると、熱処理温度としては400℃付近を考慮する必要がある。本発明を適用すれば、400℃の熱処理に対しても、実用的な特性を示す素子を提供できる。

【0052】上記のとおり、本発明によれば、330℃以上、さらには350℃以上の熱処理により、MR特性を、当該熱処理前よりも相対的に向上させた磁気抵抗素子を提供できる。

【0053】熱処理によるMR特性向上の原因は十分に解明されていないが、熱処理によって、非磁性層のバリアとしての特性が改善した可能性はある。一般に、バリア中の欠陥が減少すればMR特性は良好になりうるし、バリア高さが高ければMR特性は良好になりうるからである。熱処理によるMR特性の向上は、非磁性層と強磁性層との界面における化学結合状態の変化によりもたらされた可能性もある。いずれにしても、MR特性向上の効果が300℃を上回る高温の熱処理によっても得られたことは、磁気抵抗素子のデバイスへの応用を考慮すると、極めて重要である。

【0054】界面近傍における強磁性層の組成は、熱処理する温度において、単一の相を形成する組成が適している。

【0055】界面における組成と同じ組成を有する合金を、通常の鑄造法で鑄込み、さらに不活性ガス中において350℃~450℃で24時間熱処理をした。この合金をほぼ半分に切断し、断面を研磨し、さらに表面をエッチングした。この表面の粒状状態を、金属顕微鏡および電子顕微鏡で観察した。また、上記の組成分析法やEDXにより組成分布を評価した。その結果、適用した熱処理温度で不均一な相を示す組成を用いると、長時間の熱処理により、MR特性が劣化する確率が高いことが確認できた。

【0056】バルクと薄膜とでは、界面の効果等により、相の安定状態は異なるが、強磁性層の界面近傍の組成、具体的には上記式により示される組成は、330℃以上である所定の熱処理温度において、単一の相を形成するものであることが好ましい。

【0057】

【実施例】(実施例1-1)単結晶MgO(100)基板上に、下部電極として、膜厚100nmのPt膜をMBEにより蒸着し、そのまま真空中において400℃3時間で熱処理した。次いで、基板に対する入射角が10~15°となるように、イオンガンをを用いてArイオンを照射し、表面クリーニングおよび平坦化処理を行っ



た。

【0058】次いで、Pt膜上に、膜厚8nmのNiFe膜をRFマグネトロンスパッタ法により成膜した。さらに、DCマグネトロンスパッタ法で成膜したAl膜を、真空チャンバー内に純酸素を導入することにより酸化して、AlO<sub>x</sub>バリアを作製した。引き続き、膜厚10nmのFe<sub>30</sub>Co<sub>70</sub>膜をRFマグネトロンスパッタ法により成膜した。こうして、下部電極上に、強磁性層／非磁性層／強磁性層(NiFe(8)/AlO<sub>x</sub>(1.2)/Fe<sub>30</sub>Co<sub>70</sub>(10))からなる積層体を形成した。ここで、カッコ内の数値は、単位をnmとする膜厚である(以下、同様)。

【0059】さらに、フォトリソグラフィ法によるパターニングとイオンミリングエッチングにより、図1および

\*び図2に示したと同様の構造を有する複数の磁気抵抗素子を作製した。なお、上部電極にはCu膜をDCマグネトロンスパッタ法により、層間絶縁膜にはSiO<sub>2</sub>膜をイオンビームスパッタ法により、それぞれ成膜した。

【0060】これら磁気抵抗素子について、磁界を印加しながら直流四端子法により抵抗を測定することによりMR変化率を測定した。MR変化率は、260℃1時間熱処理後、300℃1時間熱処理後、350℃1時間熱処理後、400℃1時間熱処理後にも測定した。また、MR変化率の測定の後、各素子についてR1を測定した。結果を表1Aに示す。

【0061】

【表1】

表1A

| 熱処理<br>なし | R1                | R1≤3      | 3<R1≤10   | 10<R1≤20  | 20<R1   |
|-----------|-------------------|-----------|-----------|-----------|---------|
|           | MR (%)<br>(平均/最大) | 12/13.5   | 11.9/13.2 | 10.5/12.8 | 8.2/-   |
|           | 該当サンプル数           | 80        | 12        | 6         | 1       |
| 260℃      | R1                | R1≤3      | 3<R1≤10   | 10<R1≤20  | 20<R1   |
|           | MR (%)<br>(平均/最大) | 14.1/15.2 | 13.8/14.8 | 12.5/13.2 | 8.5/9.2 |
|           | 該当サンプル数           | 82        | 12        | 3         | 8       |
| 300℃      | R1                | R1≤3      | 3<R1≤10   | 10<R1≤20  | 20<R1   |
|           | MR (%)<br>(平均/最大) | 15.8/16.0 | 15.5/15.9 | 14.5/14.9 | 2.1/9.2 |
|           | 該当サンプル数           | 62        | 15        | 9         | 12      |
| 350℃      | R1                | R1≤3      | 3<R1≤10   | 10<R1≤20  | 20<R1   |
|           | MR (%)<br>(平均/最大) | 16.2/16.4 | 15.7/16.0 | 14.5/14.9 | 1.9/5.2 |
|           | 該当サンプル数           | 17        | 14        | 26        | 88      |
| 400℃      | R1                | R1≤3      | 3<R1≤10   | 10<R1≤20  | 20<R1   |
|           | MR (%)<br>(平均/最大) | 16.4/16.6 | 15.9/16.1 | 14.5/14.9 | 1.8/2.8 |
|           | 該当サンプル数           | 3         | 6         | 15        | 51      |

サンプル数の合計は、熱処理温度によって相違する。

【0062】(実施例1-2)NiFe膜に代えて、膜厚6nmのNiFe膜と膜厚2nmのFe<sub>30</sub>Pt<sub>70</sub>膜との積層体を用いた以外は、実施例1-1と同様にして、複数の磁気抵抗素子を作製した。これらの素子は、NiFe(6)/Fe<sub>30</sub>Pt<sub>70</sub>(2)/AlO<sub>x</sub>(1.2)/Fe<sub>30</sub>Co<sub>70</sub>(10)により

※表示できる積層体を含んでいる。これらの磁気抵抗素子について、上記と同様にしてMR変化率およびR1を測定した。結果を表1Bに示す。

【0063】

【表2】

表1B

| 熱処理<br>なし | R1                | R1≤3      | 3<R1≤10   | 10<R1≤20  | 20<R1   |
|-----------|-------------------|-----------|-----------|-----------|---------|
|           | MR (%)<br>(平均/最大) | 21.1/25.1 | 20.2/22.7 | 15.2/-    | -/-     |
|           | 該当サンプル数           | 87        | 12        | 1         | 0       |
| 260℃      | R1                | R1≤3      | 3<R1≤10   | 10<R1≤20  | 20<R1   |
|           | MR (%)<br>(平均/最大) | 23.4/26.3 | 21.9/24.6 | 14.9/15.3 | -/-     |
|           | 該当サンプル数           | 87        | 10        | 3         | 0       |
| 300℃      | R1                | R1≤3      | 3<R1≤10   | 10<R1≤20  | 20<R1   |
|           | MR (%)<br>(平均/最大) | 24.6/26.5 | 23.2/25.2 | 14.5/15.1 | 6.8/-   |
|           | 該当サンプル数           | 87        | 8         | 2         | 1       |
| 350℃      | R1                | R1≤3      | 3<R1≤10   | 10<R1≤20  | 20<R1   |
|           | MR (%)<br>(平均/最大) | 25.9/26.4 | 24.8/25.3 | 14.7/14.9 | 5.9/-   |
|           | 該当サンプル数           | 85        | 5         | 2         | 1       |
| 400℃      | R1                | R1≤3      | 3<R1≤10   | 10<R1≤20  | 20<R1   |
|           | MR (%)<br>(平均/最大) | 26.6/26.9 | 25.1/25.2 | 14.1/14.6 | 6.2/6.6 |
|           | 該当サンプル数           | 80        | 4         | 3         | 2       |

サンプル数の合計は、熱処理温度によって相違する。

【0064】(比較例)比較のために、電極の熱処理とイオンガンをを用いた処理を行わなかった以外は、実施例1-1と同様にして、複数の磁気抵抗素子を作製した。

これらの磁気抵抗素子について、上記と同様にしてMR変化率およびR1を測定した。結果を表1Cに示す。

【0065】

【表3】

表1C

| 熱処理<br>なし | R1                | R1≤3 | 3<R1≤10   | 10<R1≤20  | 20<R1   |
|-----------|-------------------|------|-----------|-----------|---------|
|           | MR (%)<br>(平均/最大) | -/-  | 11.8/12.5 | 10.4/12.6 | 8.1/9.1 |
|           | 該当サンプル数           | 0    | 3         | 35        | 62      |
| 260℃      | R1                | R1≤3 | 3<R1≤10   | 10<R1≤20  | 20<R1   |
|           | MR (%)<br>(平均/最大) | -/-  | 13.8/14.1 | 12.2/13.2 | 8.3/9.0 |
|           | 該当サンプル数           | 0    | 2         | 25        | 78      |
| 300℃      | R1                | R1≤3 | 3<R1≤10   | 10<R1≤20  | 20<R1   |
|           | MR (%)<br>(平均/最大) | -/-  | -/-       | 14.1/14.7 | 1.9/7.3 |
|           | 該当サンプル数           | 0    | 0         | 5         | 91      |
| 350℃      | R1                | R1≤3 | 3<R1≤10   | 10<R1≤20  | 20<R1   |
|           | MR (%)<br>(平均/最大) | -/-  | -/-       | -/-       | 1.7/4.8 |
|           | 該当サンプル数           | 0    | 0         | 0         | 89      |
| 400℃      | R1                | R1≤3 | 3<R1≤10   | 10<R1≤20  | 20<R1   |
|           | MR (%)<br>(平均/最大) | -/-  | -/-       | -/-       | 1.2/1.9 |
|           | 該当サンプル数           | 0    | 0         | 0         | 75      |

サンプル数の合計は、熱処理温度によって相違する。

【0066】下部電極の表面処理を行わない従来の方法では(表1C)、300℃を超える熱処理の後には、R1はすべて20nmを超えた。

【0067】非磁性層近傍の磁性層にPtを加えると(表1B)、Ptを加えない場合(表1A)と比較して、熱処理によるR1の増加が抑制されることが確認できる。また、Ptを加えることにより、R1が同じ範囲であってもMR変化率は向上した。

【0068】(実施例1-3)基板としてSi熱酸化処理基板を、下部電極として膜厚100nmのCu膜と膜厚5nmのTa膜を、強磁性層/非磁性層/強磁性層の積層体としてNiFe(8)/Co<sub>7</sub>Fe<sub>3</sub>(2)/BN(2.0)/Fe<sub>30</sub>Co

\*<sub>50</sub>(5)を用いた以外は、実施例1-1と同様にして複数の磁気抵抗素子を作製した。なお、Cu膜およびTa膜はRFマグネトロンスパッタリング法により、NiFe膜およびCo<sub>7</sub>Fe<sub>3</sub>膜はそれぞれDCおよびRFマグネトロンスパッタリング法により、BN膜は反応性蒸着法により、Fe<sub>30</sub>Co<sub>50</sub>膜はRFマグネトロンスパッタリング法により、それぞれ成膜した。

【0069】これらの磁気抵抗素子について、上記と同様にしてMR変化率およびR1を測定した。結果を表2に示す。

【0070】

【表4】

表2

| 熱処理なし | R1                | R1≤3      | 3<R1≤10   | 10<R1≤20  | 20<R1     |
|-------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|       | MR (%)<br>(平均/最大) | 18.1/20.0 | 17.9/19.5 | 15.5/17.8 | 10.2/13.2 |
|       | 該当サンプル数           | 67        | 22        | 7         | 4         |
| 260℃  | R1                | R1≤3      | 3<R1≤10   | 10<R1≤20  | 20<R1     |
|       | MR (%)<br>(平均/最大) | 18.2/20.1 | 18.0/19.7 | 16.5/17.9 | 12.1/13.5 |
|       | 該当サンプル数           | 69        | 21        | 5         | 5         |
| 300℃  | R1                | R1≤3      | 3<R1≤10   | 10<R1≤20  | 20<R1     |
|       | MR (%)<br>(平均/最大) | 19.5/20.3 | 19.1/19.9 | 17.5/18.8 | 11.8/13.5 |
|       | 該当サンプル数           | 36        | 36        | 9         | 15        |
| 350℃  | R1                | R1≤3      | 3<R1≤10   | 10<R1≤20  | 20<R1     |
|       | MR (%)<br>(平均/最大) | 19.7/20.5 | 19.2/20.2 | 17.5/18.8 | 5.8/11.8  |
|       | 該当サンプル数           | 15        | 16        | 21        | 36        |
| 400℃  | R1                | R1≤3      | 3<R1≤10   | 10<R1≤20  | 20<R1     |
|       | MR (%)<br>(平均/最大) | 19.9/20.6 | 19.2/20.0 | 16.8/18.5 | 2.8/5.6   |
|       | 該当サンプル数           | 1         | 8         | 13        | 52        |

サンプル数の合計は、熱処理温度によって相違する。

【0071】(実施例1-4)基板としてSi熱酸化処理基板を、下部電極として膜厚200nmのCu膜と膜厚3nmのTiN膜を、強磁性層/非磁性層/強磁性層の積層体として、NiFe(8)/Co<sub>7</sub>Fe<sub>3</sub>(2)/AlOx(2.0)/Fe<sub>30</sub>Co<sub>50</sub>(5)を用いた以外は、実施例1-1と同様にして複数の磁気抵抗素子を作製した。なお、AlOx膜はブ

ラズマ酸化により形成した。

【0072】これらの磁気抵抗素子について、上記と同様にしてMR変化率およびR1を測定した。結果を表3に示す。

【0073】

【表5】

表3

|       | R1                | R1≤8      | 8<R1≤10   | 10<R1≤20  | 20<R1     |
|-------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 熱処理なし | MR (%)<br>(平均/最大) | 22.1/24.2 | 21.5/24.1 | 20.1/22.8 | 15.5/17.9 |
|       | 該当サンプル数           | 66        | 23        | 6         | 5         |
|       | R1                | R1≤8      | 8<R1≤10   | 10<R1≤20  | 20<R1     |
| 260℃  | MR (%)<br>(平均/最大) | 23.1/24.5 | 22.8/24.8 | 21.8/23.0 | 16.0/17.2 |
|       | 該当サンプル数           | 67        | 20        | 6         | 7         |
|       | R1                | R1≤8      | 8<R1≤10   | 10<R1≤20  | 20<R1     |
| 300℃  | MR (%)<br>(平均/最大) | 24.1/24.7 | 23.5/24.3 | 22.0/22.8 | 12.5/15.1 |
|       | 該当サンプル数           | 31        | 34        | 11        | 18        |
|       | R1                | R1≤8      | 8<R1≤10   | 10<R1≤20  | 20<R1     |
| 350℃  | MR (%)<br>(平均/最大) | 24.3/24.7 | 23.8/24.1 | 21.8/22.2 | 3.2/8.1   |
|       | 該当サンプル数           | 3         | 7         | 14        | 58        |
|       | R1                | R1≤8      | 8<R1≤10   | 10<R1≤20  | 20<R1     |
| 400℃  | MR (%)<br>(平均/最大) | -/-       | 23.8/23.9 | 21.6/21.8 | 2.8/8.6   |
|       | 該当サンプル数           | 0         | 2         | 3         | 61        |
|       | R1                | R1≤8      | 8<R1≤10   | 10<R1≤20  | 20<R1     |

サンプル数の合計は、熱処理温度によって相違する。

【0074】さらに、強磁性層として、 $\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30}$ 、 $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$ 、 $\text{Ni}_{60}\text{Fe}_{40}$ 、センダスト、 $\text{Fe}_{50}\text{Co}_{50}$ 、 $\text{Ni}_{25}\text{Co}_{75}$ 、 $\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30}\text{Si}_{15}\text{B}_{10}$ 等をそのままあるいは多層化して用いても、非磁性層として、反応性蒸着による $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{AlN}$ ；プラズマ反応による $\text{AlN}$ ；自然酸化または窒化による $\text{TaO}$ 、 $\text{TaN}$ 、 $\text{AlN}$ 等を用いても、基本的には同様の結果が得られた。

【0075】また、図4～図11に示したような構造の磁気抵抗素子においても、基本的には同様の結果が得られた。なお、非磁性層による接合（トンネルジャンクション）が複数存在する素子では、最大のR1をその素子のR1とした。これらの素子において、反強磁性層としては、 $\text{CrMnPt}$ （膜厚20～30nm）、 $\text{Tb}_{25}\text{Co}_{75}$ （10～20nm）、 $\text{PtMn}$ （20～30nm）、 $\text{IrMn}$ （10～30nm）、 $\text{PdPtMn}$ （15～30nm）等を、非磁性金属膜としてはRu（膜厚0.7～0.9nm）、Ir（0.3～0.5nm）、Rh（0.4～0.9nm）等をそれぞれ用いた。

【0076】（実施例2）実施例1から、非磁性層近傍の磁性層の組成により、MR変化率が変化することが確認できた。そこで、本実施例では、実施例1と同様の成膜法及び加工法を用いて作製した磁気抵抗素子について、強磁性層の組成とMR変化率との関係を測定した。

【0077】強磁性層の組成は、オージェ光電子分光、SIMS及びXPSにより分析した。図12（a）～（d）に示したように、組成は、層の界面近傍および層の中心において測定した。界面の近傍では、界面から2nmの範囲を測定対象とした。層の中心においても厚さ方向の中心を含む2nmの範囲を測定対象とした。図12（a）～（d）に示した「組成1」～「組成9」は、以下に示す各表における表示に対応している。また、図12（a）～（d）に示した素子の構造は、各表における素子タイプa）～d）にそれぞれ対応している。

【0078】なお、非磁性層としては、ICPマグネトロンスパッタ法により成膜したAl膜を、純酸素と高純度Arとの混合ガスをチャンバー内に導入して酸化した $\text{Al}_2\text{O}_3$ 膜（膜厚1.0～2nm）を用いた。非磁性金属層としてはRu膜（0.7～0.9nm）を、反強磁性層としてはPdPtMn（15～30nm）をそれぞれ用いた。

【0079】また、いくつかの磁気抵抗素子においては、強磁性層の組成や組成比が層の厚さ方向に変化するように成膜した。この成膜は、各ターゲットへの印加電圧の調整等によって行った。

【0080】

【表6】

表4a)

| サンプル<br>No. | 条件<br>No. | 熱処理温度<br>(°C) | HR<br>(%) | 組成1  | 組成2  | 組成3  | 組成4  | 組成5                            | 組成6                            |
|-------------|-----------|---------------|-----------|--|--|--|--|--------------------------------|--------------------------------|
| 1           | a)        | r. t.         | 22.2      | $\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25}$                         | $\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25}$                         | $\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25}$                         | $\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25}$                         | $\text{Ni}_{25}\text{Fe}_{20}$ | $\text{Ni}_{25}\text{Fe}_{20}$ |
|             |           | 250           | 24.5      |  |  |  |  |                                |                                |
|             |           | 300           | 24.3      |  |  |  |  |                                |                                |
|             |           | 350           | 15.3      |  |  |  |  |                                |                                |
|             |           | 400           | 10.1      |  |  |  |  |                                |                                |
| 2           | a)        | r. t.         | 22.3      | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{92.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{92.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{92.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{92.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $\text{Ni}_{25}\text{Fe}_{20}$ | $\text{Ni}_{25}\text{Fe}_{20}$ |
|             |           | 250           | 23.6      |  |  |  |  |                                |                                |
|             |           | 300           | 23.2      |  |  |  |  |                                |                                |
|             |           | 350           | 14.9      |  |  |  |  |                                |                                |
|             |           | 400           | 10.2      |  |  |  |  |                                |                                |
| 3           | a)        | r. t.         | 23.1      | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{92.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{92.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{92.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{92.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $\text{Ni}_{25}\text{Fe}_{20}$ | $\text{Ni}_{25}\text{Fe}_{20}$ |
|             |           | 250           | 24.7      |  |  |  |  |                                |                                |
|             |           | 300           | 24.7      |  |  |  |  |                                |                                |
|             |           | 350           | 24        |  |  |  |  |                                |                                |
|             |           | 400           | 21.1      |  |  |  |  |                                |                                |
| 4           | a)        | r. t.         | 24.2      | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{97}\text{Pt}_3$       | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{97}\text{Pt}_3$       | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{97}\text{Pt}_3$       | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{97}\text{Pt}_3$       | $\text{Ni}_{25}\text{Fe}_{20}$ | $\text{Ni}_{25}\text{Fe}_{20}$ |
|             |           | 250           | 25.2      |  |  |  |  |                                |                                |
|             |           | 300           | 25.4      |  |  |  |  |                                |                                |
|             |           | 350           | 26.3      |  |  |  |  |                                |                                |
|             |           | 400           | 25.4      |  |  |  |  |                                |                                |
| 5           | a)        | r. t.         | 23.8      | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{15}$    | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{15}$    | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{15}$    | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{15}$    | $\text{Ni}_{25}\text{Fe}_{20}$ | $\text{Ni}_{25}\text{Fe}_{20}$ |
|             |           | 250           | 24.9      |  |  |  |  |                                |                                |
|             |           | 300           | 25.5      |  |  |  |  |                                |                                |
|             |           | 350           | 30.1      |  |  |  |  |                                |                                |
|             |           | 400           | 33.2      |  |  |  |  |                                |                                |
| 6           | a)        | r. t.         | 23.9      | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{71}\text{Pt}_{29}$    | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{71}\text{Pt}_{29}$    | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{71}\text{Pt}_{29}$    | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{71}\text{Pt}_{29}$    | $\text{Ni}_{25}\text{Fe}_{20}$ | $\text{Ni}_{25}\text{Fe}_{20}$ |
|             |           | 250           | 25.1      |  |  |  |  |                                |                                |
|             |           | 300           | 25.3      |  |  |  |  |                                |                                |
|             |           | 350           | 25        |  |  |  |  |                                |                                |
|             |           | 400           | 24.8      |  |  |  |  |                                |                                |
| 7           | a)        | r. t.         | 18.9      | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{41}\text{Pt}_{59}$    | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{41}\text{Pt}_{59}$    | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{41}\text{Pt}_{59}$    | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{41}\text{Pt}_{59}$    | $\text{Ni}_{25}\text{Fe}_{20}$ | $\text{Ni}_{25}\text{Fe}_{20}$ |
|             |           | 250           | 19.4      |  |  |  |  |                                |                                |
|             |           | 300           | 20.1      |  |  |  |  |                                |                                |
|             |           | 350           | 20.5      |  |  |  |  |                                |                                |
|             |           | 400           | 20.2      |  |  |  |  |                                |                                |
| 8           | a)        | r. t.         | 12.5      | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{25}\text{Pt}_{75}$    | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{25}\text{Pt}_{75}$    | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{25}\text{Pt}_{75}$    | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{25}\text{Pt}_{75}$    | $\text{Ni}_{25}\text{Fe}_{20}$ | $\text{Ni}_{25}\text{Fe}_{20}$ |
|             |           | 250           | 17.8      |  |  |  |  |                                |                                |
|             |           | 300           | 15.3      |  |  |  |  |                                |                                |
|             |           | 350           | 12.2      |  |  |  |  |                                |                                |
|             |           | 400           | 11.2      |  |  |  |  |                                |                                |

【0081】

【表7】

表4b)

| サンプル<br>No. | 条件<br>No. | 熱処理温度(℃) | HR<br>(%) | 組成1   | 組成2   | 組成3   | 組成4   | 組成5                               | 組成6                               |
|-------------|-----------|----------|-----------|---|---|---|---|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 9           | a)        | r. t.    | 19.1      | Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub>   | Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub>   | Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub>   | Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub>   | Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> | Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> |
|             |           | 260      | 21.2      |   |   |   |   |                                   |                                   |
|             |           | 300      | 22.1      |   |   |   |   |                                   |                                   |
|             |           | 350      | 15.1      |   |   |   |   |                                   |                                   |
|             |           | 400      | 10.2      |   |   |   |   |                                   |                                   |
| 10          | a)        | r. t.    | 18.5      | (Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> ) <sub>88</sub> Pt <sub>0.1</sub> Pd <sub>0.17</sub> | (Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> ) <sub>88</sub> Pt <sub>0.1</sub> Pd <sub>0.17</sub> | (Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> ) <sub>88</sub> Pt <sub>0.1</sub> Pd <sub>0.17</sub> | (Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> ) <sub>88</sub> Pt <sub>0.1</sub> Pd <sub>0.17</sub> | Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> | Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> |
|             |           | 260      | 19.9      |   |   |   |   |                                   |                                   |
|             |           | 300      | 18.1      |   |   |   |   |                                   |                                   |
|             |           | 350      | 15.8      |   |   |   |   |                                   |                                   |
|             |           | 400      | 11.2      |   |   |   |   |                                   |                                   |
| 11          | a)        | r. t.    | 19.1      | (Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> ) <sub>83</sub> Pt <sub>0.1</sub> Pd <sub>0.1</sub>  | (Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> ) <sub>83</sub> Pt <sub>0.1</sub> Pd <sub>0.1</sub>  | (Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> ) <sub>83</sub> Pt <sub>0.1</sub> Pd <sub>0.1</sub>  | (Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> ) <sub>83</sub> Pt <sub>0.1</sub> Pd <sub>0.1</sub>  | Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> | Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> |
|             |           | 260      | 20.9      |   |   |   |   |                                   |                                   |
|             |           | 300      | 21.1      |   |   |   |   |                                   |                                   |
|             |           | 350      | 19.9      |   |   |   |   |                                   |                                   |
|             |           | 400      | 19.7      |   |   |   |   |                                   |                                   |
| 12          | a)        | r. t.    | 19.8      | (Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> ) <sub>87</sub> Pt <sub>0.1</sub> Pd <sub>0.1</sub>  | (Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> ) <sub>87</sub> Pt <sub>0.1</sub> Pd <sub>0.1</sub>  | (Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> ) <sub>87</sub> Pt <sub>0.1</sub> Pd <sub>0.1</sub>  | (Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> ) <sub>87</sub> Pt <sub>0.1</sub> Pd <sub>0.1</sub>  | Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> | Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> |
|             |           | 260      | 22.1      |   |   |   |   |                                   |                                   |
|             |           | 300      | 22.3      |   |   |   |   |                                   |                                   |
|             |           | 350      | 22.2      |   |   |   |   |                                   |                                   |
|             |           | 400      | 22.1      |   |   |   |   |                                   |                                   |
| 13          | a)        | r. t.    | 18.8      | (Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> ) <sub>88</sub> Pt <sub>0.1</sub> Pd <sub>0.1</sub>  | (Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> ) <sub>88</sub> Pt <sub>0.1</sub> Pd <sub>0.1</sub>  | (Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> ) <sub>88</sub> Pt <sub>0.1</sub> Pd <sub>0.1</sub>  | (Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> ) <sub>88</sub> Pt <sub>0.1</sub> Pd <sub>0.1</sub>  | Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> | Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> |
|             |           | 260      | 19.9      |   |   |   |   |                                   |                                   |
|             |           | 300      | 19.8      |   |   |   |   |                                   |                                   |
|             |           | 350      | 25.2      |   |   |   |   |                                   |                                   |
|             |           | 400      | 28.8      |   |   |   |   |                                   |                                   |
| 14          | a)        | r. t.    | 18.7      | (Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> ) <sub>71</sub> Pt <sub>0.1</sub> Pd <sub>0.1</sub>  | (Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> ) <sub>71</sub> Pt <sub>0.1</sub> Pd <sub>0.1</sub>  | (Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> ) <sub>71</sub> Pt <sub>0.1</sub> Pd <sub>0.1</sub>  | (Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> ) <sub>71</sub> Pt <sub>0.1</sub> Pd <sub>0.1</sub>  | Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> | Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> |
|             |           | 260      | 19.8      |   |   |   |   |                                   |                                   |
|             |           | 300      | 20.1      |   |   |   |   |                                   |                                   |
|             |           | 350      | 22.5      |   |   |   |   |                                   |                                   |
|             |           | 400      | 23.1      |   |   |   |   |                                   |                                   |
| 15          | a)        | r. t.    | 18.7      | (Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> ) <sub>81</sub> Pt <sub>0.1</sub> Pd <sub>0.1</sub>  | (Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> ) <sub>81</sub> Pt <sub>0.1</sub> Pd <sub>0.1</sub>  | (Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> ) <sub>81</sub> Pt <sub>0.1</sub> Pd <sub>0.1</sub>  | (Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> ) <sub>81</sub> Pt <sub>0.1</sub> Pd <sub>0.1</sub>  | Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> | Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> |
|             |           | 260      | 18.8      |   |   |   |   |                                   |                                   |
|             |           | 300      | 19.1      |   |   |   |   |                                   |                                   |
|             |           | 350      | 19.9      |   |   |   |   |                                   |                                   |
|             |           | 400      | 19.5      |   |   |   |   |                                   |                                   |
| 16          | a)        | r. t.    | 16.4      | (Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> ) <sub>82</sub> Pt <sub>0.1</sub> Pd <sub>0.1</sub>  | (Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> ) <sub>82</sub> Pt <sub>0.1</sub> Pd <sub>0.1</sub>  | (Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> ) <sub>82</sub> Pt <sub>0.1</sub> Pd <sub>0.1</sub>  | (Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> ) <sub>82</sub> Pt <sub>0.1</sub> Pd <sub>0.1</sub>  | Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> | Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> |
|             |           | 260      | 15.8      |   |   |   |   |                                   |                                   |
|             |           | 300      | 15.9      |   |   |   |   |                                   |                                   |
|             |           | 350      | 12.3      |   |   |   |   |                                   |                                   |
|             |           | 400      | 9.8       |   |   |   |   |                                   |                                   |

【0082】

【表8】

表4c)

| 試料<br>No. | 素子<br>形状 | 熱処理<br>温度<br>(°C) | 膜<br>厚<br>(nm) | 組成1 | 組成2 | 組成3 | 組成4 | 組成5 | 組成6 |
|-----------|----------|-------------------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|           |          |                   |                | 組成1 | 組成2 | 組成3 | 組成4 | 組成5 | 組成6 |
| 17        | a)       | r.t.              | 22.5           |     |     |     |     |     |     |
|           |          | 260               | 24.5           |     |     |     |     |     |     |
|           |          | 300               | 24.1           |     |     |     |     |     |     |
|           |          | 350               | 15.2           |     |     |     |     |     |     |
| 18        | a)       | 400               | 9.9            |     |     |     |     |     |     |
|           |          | r.t.              | 21.8           |     |     |     |     |     |     |
|           |          | 260               | 23.7           |     |     |     |     |     |     |
|           |          | 300               | 23.4           |     |     |     |     |     |     |
| 19        | a)       | 350               | 15.3           |     |     |     |     |     |     |
|           |          | 400               | 11.3           |     |     |     |     |     |     |
|           |          | r.t.              | 22.2           |     |     |     |     |     |     |
|           |          | 260               | 24.2           |     |     |     |     |     |     |
| 20        | a)       | 300               | 24.1           |     |     |     |     |     |     |
|           |          | 350               | 23.9           |     |     |     |     |     |     |
|           |          | 400               | 22.8           |     |     |     |     |     |     |
|           |          | r.t.              | 20.8           |     |     |     |     |     |     |
| 21        | a)       | 260               | 22.9           |     |     |     |     |     |     |
|           |          | 300               | 23.3           |     |     |     |     |     |     |
|           |          | 350               | 24.2           |     |     |     |     |     |     |
|           |          | 400               | 24.5           |     |     |     |     |     |     |
| 22        | a)       | r.t.              | 20.4           |     |     |     |     |     |     |
|           |          | 260               | 21.1           |     |     |     |     |     |     |
|           |          | 300               | 22.2           |     |     |     |     |     |     |
|           |          | 350               | 25.2           |     |     |     |     |     |     |
| 23        | a)       | 400               | 25.5           |     |     |     |     |     |     |
|           |          | r.t.              | 15.3           |     |     |     |     |     |     |
|           |          | 260               | 20.2           |     |     |     |     |     |     |
|           |          | 300               | 21.4           |     |     |     |     |     |     |
| 24        | a)       | 350               | 23.2           |     |     |     |     |     |     |
|           |          | 400               | 23.1           |     |     |     |     |     |     |
|           |          | r.t.              | 16.1           |     |     |     |     |     |     |
|           |          | 260               | 20.1           |     |     |     |     |     |     |

【0083】

【表9】

表4d)

| サンプル<br>No. | 素子<br>タイプ | 熱処理温度<br>(°C) | MR<br>(%) | 組成1                            | 組成2                            | 組成3  | 組成4  | 組成5   | 組成6   |
|-------------|-----------|---------------|-----------|--------------------------------|--------------------------------|--|--|---|---|
| 25          | b)        | r. t.         | 22.5      | $\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20}$ | $\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20}$ | $\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25}$                       | $\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25}$                       | $\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25}$                                      | $\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25}$                                      |
|             |           | 260           | 34.2      |                                |                                |  |  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_5$                    | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_5$                    |
|             |           | 300           | 38.1      |                                |                                |  |  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{90}\text{Pt}_{10}$                 | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{90}\text{Pt}_{10}$                 |
|             |           | 350           | 22.2      |                                |                                |  |  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_5$                    | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_5$                    |
|             |           | 400           | 14.8      |                                |                                |  |  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_5$                    | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_5$                    |
| 26          | b)        | r. t.         | 21.8      | $\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20}$ | $\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{0.5}$                | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{0.5}$                |
|             |           | 260           | 33.8      |                                |                                |  |  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{0.5}\text{Ir}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{0.5}\text{Ir}_{0.5}$ |
|             |           | 300           | 35.5      |                                |                                |  |  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{0.5}\text{Ir}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{0.5}\text{Ir}_{0.5}$ |
|             |           | 350           | 18.9      |                                |                                |  |  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{0.5}\text{Ir}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{0.5}\text{Ir}_{0.5}$ |
|             |           | 400           | 15.1      |                                |                                |  |  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{0.5}\text{Ir}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{0.5}\text{Ir}_{0.5}$ |
| 27          | b)        | r. t.         | 22.2      | $\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20}$ | $\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{0.5}$                | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{0.5}$                |
|             |           | 260           | 34.1      |                                |                                |  |  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{0.5}$                | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{0.5}$                |
|             |           | 300           | 35.7      |                                |                                |  |  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{0.5}\text{Ir}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{0.5}\text{Ir}_{0.5}$ |
|             |           | 350           | 35.5      |                                |                                |  |  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{0.5}\text{Ir}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{0.5}\text{Ir}_{0.5}$ |
|             |           | 400           | 32.2      |                                |                                |  |  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{0.5}\text{Ir}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{0.5}\text{Ir}_{0.5}$ |
| 28          | b)        | r. t.         | 20.6      | $\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20}$ | $\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_3$     | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_3$     | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_3$                    | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_3$                    |
|             |           | 260           | 33.3      |                                |                                |  |  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_3$                    | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_3$                    |
|             |           | 300           | 34.4      |                                |                                |  |  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_3$                    | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_3$                    |
|             |           | 350           | 35        |                                |                                |  |  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_3$                    | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_3$                    |
|             |           | 400           | 34.9      |                                |                                |  |  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_3$                    | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_3$                    |
| 29          | b)        | r. t.         | 20.5      | $\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20}$ | $\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{15}$  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{15}$  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{15}$                 | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{15}$                 |
|             |           | 260           | 33.5      |                                |                                |  |  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{15}$                 | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{15}$                 |
|             |           | 300           | 35.1      |                                |                                |  |  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{15}$                 | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{15}$                 |
|             |           | 350           | 36.5      |                                |                                |  |  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{15}$                 | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{15}$                 |
|             |           | 400           | 41.1      |                                |                                |  |  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{15}$                 | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{15}$                 |
| 30          | b)        | r. t.         | 20.4      | $\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20}$ | $\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{25}$  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{25}$  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{25}$                 | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{25}$                 |
|             |           | 260           | 33.8      |                                |                                |  |  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{25}$                 | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{25}$                 |
|             |           | 300           | 34.9      |                                |                                |  |  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{25}$                 | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{25}$                 |
|             |           | 350           | 36.2      |                                |                                |  |  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{25}$                 | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{25}$                 |
|             |           | 400           | 36.5      |                                |                                |  |  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{25}$                 | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{25}$                 |
| 31          | b)        | r. t.         | 15.3      | $\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20}$ | $\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{50}$  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{50}$  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{50}$                 | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{50}$                 |
|             |           | 260           | 29.5      |                                |                                |  |  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{50}$                 | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{50}$                 |
|             |           | 300           | 31.1      |                                |                                |  |  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{50}$                 | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{50}$                 |
|             |           | 350           | 33.2      |                                |                                |  |  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{50}$                 | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{50}$                 |
|             |           | 400           | 30.2      |                                |                                |  |  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{50}$                 | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{50}$                 |
| 32          | b)        | r. t.         | 12.4      | $\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20}$ | $\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{100}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{100}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{100}$                | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{100}$                |
|             |           | 260           | 15.2      |                                |                                |  |  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{100}$                | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{100}$                |
|             |           | 300           | 16.8      |                                |                                |  |  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{100}$                | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{100}$                |
|             |           | 350           | 14.6      |                                |                                |  |  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{100}$                | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{100}$                |
|             |           | 400           | 12.1      |                                |                                |  |  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{100}$                | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{95}\text{Pt}_{100}$                |

【0084】表4a)のサンプル1～8により、0.3～60at%のPtの添加により300℃以上の熱処理後のMR特性は、Ptを添加しないサンプルと比較して、向上したことが確認できる。特に、3～30at%程度の添加により、300℃以上の熱処理によってMR特性は向上する傾向にあった。この傾向は、表4a)の $\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25}$ を、 $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$ 、 $\text{Co}_{50}\text{Fe}_{50}$ 、 $\text{Ni}_{50}\text{Fe}_{50}$ 、 $\text{Fe}_{50}\text{Co}_{50}\text{Ni}_{25}$ に置き換えた場合、 $\text{Ni}_{50}\text{Fe}_{50}$ を、センダスト、 $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$ に置き換えた場合、にも同様に確認できた。また、Ptを、Re、Ru、Os、Rh、Ir、Pd、Auに置き換えた場合にも同様に確認できた。

【0085】表4b)のサンプル9～16により、PtとPdを2:1の比率で合計0.3～60at%、特に3～30at%、添加することにより、300℃以上の熱処理後のMR特性が、添加しないサンプルと比較して、向上したことが確認できる。

【0086】添加する元素の比を、2:1から、10:1、6:1、3:1、1:1、1:2、1:3、1:6、1:10に変えても、同様の傾向が得られた。また、(Pt、Pd)のPtをTc、Re、Ru、Rh、Cu、Agに、PdをOs、Ir、Auにそれぞれ変えても、即ち(Pt、Pd)を含めて合計28通りの元素

の組み合わせにおいても、同様の傾向が得られた。また、 $\text{Ni}_{50}\text{Fe}_{50}$ を、 $\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25}$ 、 $\text{Fe}_{50}\text{Co}_{50}\text{Ni}_{25}$ に置き換えた場合、 $\text{Ni}_{50}\text{Fe}_{50}$ を、センダスト、 $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$ に置き換えた場合、にも同様の傾向が得られた。

【0087】表4c)のサンプル17～24により、Ir、Pd、Rhを2:1:1の比率で添加しても、表4a)、b)と同様、MR特性が向上したことが確認できる。この傾向は、Irを1として、Pd、Rhそれぞれを0.01～100の範囲で含有比率を変化させたときにも同様に確認できた。また、 $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$ を、 $\text{Ni}_{50}\text{Fe}_{50}$ 、 $\text{Ni}_{55}\text{Fe}_{45}\text{Co}_{10}$ 、 $\text{Co}_{60}\text{Fe}_{40}\text{Ni}_{20}$ に置き換えた場合、 $\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25}$ を、 $\text{Co}_{50}\text{Fe}_{50}$ 、 $\text{Fe}_{50}\text{Ni}_{50}$ に置き換えた場合、にも同様の傾向が得られた。

【0088】さらに、元素の組み合わせとして、(Ir、Pd、Rh)に代えて、(Tc、Re、Ag)、(Ru、Os、Ir)、(Rh、Ir、Pt)、(Pd、Pt、Cu)、(Cu、Ag、Au)、(Re、Ru、Os)、(Ru、Rh、Pd)、(Ir、Pt、Cu)、(Re、Ir、Ag)を用いた場合においても、同様の傾向が得られた。

【0089】表4d)のサンプル25～32において



も、表4 a)～c)と同様の傾向が得られた。これらのサンプルの一部では、熱処理後に反強磁性層からMnが拡散していることが確認できた。しかし、このMnの拡散は、Ptの添加により抑制されている。これは、Ptの添加によって、非磁性層の界面におけるMnの濃度を制御できることを示している。なお、PtをTc、R \*

\* u、Os、Rh、Ir、Pd、Cu、Agに代えても、同様の傾向が得られた。さらに、上記で述べた組成に強磁性層を変更しても、同様の傾向が得られた。

【0090】

【表10】

表5a)

| サンプル<br>No. | 素子<br>形状 | 熱処理温度<br>(°C) | IR<br>(%) | 組成1                               | 組成2   | 組成3   | 組成4   | 組成5   | 組成6                               |
|-------------|----------|---------------|-----------|-----------------------------------|---|---|---|---|-----------------------------------|
| 33          | b)       | r. t.         | 22.9      | Co <sub>50</sub> Fe <sub>10</sub> | Co <sub>50</sub> Fe <sub>10</sub>                                       | Co <sub>50</sub> Fe <sub>10</sub>                                       | Co <sub>75</sub> Fe <sub>25</sub>                                       | Co <sub>75</sub> Fe <sub>25</sub>                                       | Co <sub>75</sub> Fe <sub>25</sub> |
|             |          | 260           | 34.1      |                                   |   |   |   |   |                                   |
|             |          | 300           | 34.3      |                                   |   |   |   |   |                                   |
|             |          | 350           | 23.5      |                                   |   |   |   |   |                                   |
|             |          | 400           | 10.4      |                                   |   |   |   |   |                                   |
| 34          | b)       | r. t.         | 22.8      | Co <sub>50</sub> Fe <sub>10</sub> | (Co <sub>50</sub> Fe <sub>10</sub> ) <sub>99.9</sub> Re <sub>0.1</sub>  | (Co <sub>50</sub> Fe <sub>10</sub> ) <sub>99.9</sub> Re <sub>0.2</sub>  | (Co <sub>75</sub> Fe <sub>25</sub> ) <sub>99.9</sub> Re <sub>0.2</sub>  | (Co <sub>75</sub> Fe <sub>25</sub> ) <sub>99.9</sub> Re <sub>0.1</sub>  | Co <sub>75</sub> Fe <sub>25</sub> |
|             |          | 260           | 34.3      |                                   |   |   |   |   |                                   |
|             |          | 300           | 34.7      |                                   |   |   |   |   |                                   |
|             |          | 350           | 23.4      |                                   |   |   |   |   |                                   |
|             |          | 400           | 11.8      |                                   |   |   |   |   |                                   |
| 35          | b)       | r. t.         | 21.9      | Co <sub>50</sub> Fe <sub>10</sub> | (Co <sub>50</sub> Fe <sub>10</sub> ) <sub>99.9</sub> Re <sub>0.11</sub> | (Co <sub>50</sub> Fe <sub>10</sub> ) <sub>99.9</sub> Re <sub>0.2</sub>  | (Co <sub>75</sub> Fe <sub>25</sub> ) <sub>99.9</sub> Re <sub>0.2</sub>  | (Co <sub>75</sub> Fe <sub>25</sub> ) <sub>99.9</sub> Re <sub>0.15</sub> | Co <sub>75</sub> Fe <sub>25</sub> |
|             |          | 260           | 33.6      |                                   |   |   |   |   |                                   |
|             |          | 300           | 34.5      |                                   |   |   |   |   |                                   |
|             |          | 350           | 35.1      |                                   |   |   |   |   |                                   |
|             |          | 400           | 33.6      |                                   |   |   |   |   |                                   |
| 36          | b)       | r. t.         | 20.5      | Co <sub>50</sub> Fe <sub>10</sub> | (Co <sub>50</sub> Fe <sub>10</sub> ) <sub>99.9</sub> Re <sub>0.15</sub> | (Co <sub>50</sub> Fe <sub>10</sub> ) <sub>99.9</sub> Re <sub>0.2</sub>  | (Co <sub>75</sub> Fe <sub>25</sub> ) <sub>99.9</sub> Re <sub>0.2</sub>  | (Co <sub>75</sub> Fe <sub>25</sub> ) <sub>99.9</sub> Re <sub>0.15</sub> | Co <sub>75</sub> Fe <sub>25</sub> |
|             |          | 260           | 32.7      |                                   |   |   |   |   |                                   |
|             |          | 300           | 33.9      |                                   |   |   |   |   |                                   |
|             |          | 350           | 35.2      |                                   |   |   |   |   |                                   |
|             |          | 400           | 35.3      |                                   |   |   |   |   |                                   |
| 37          | b)       | r. t.         | 20.1      | Co <sub>50</sub> Fe <sub>10</sub> | (Co <sub>50</sub> Fe <sub>10</sub> ) <sub>99.9</sub> Re <sub>0.15</sub> | (Co <sub>50</sub> Fe <sub>10</sub> ) <sub>99.9</sub> Re <sub>0.15</sub> | (Co <sub>75</sub> Fe <sub>25</sub> ) <sub>99.9</sub> Re <sub>0.15</sub> | (Co <sub>75</sub> Fe <sub>25</sub> ) <sub>99.9</sub> Re <sub>0.15</sub> | Co <sub>75</sub> Fe <sub>25</sub> |
|             |          | 260           | 30.7      |                                   |   |   |   |   |                                   |
|             |          | 300           | 33.4      |                                   |   |   |   |   |                                   |
|             |          | 350           | 35.3      |                                   |   |   |   |   |                                   |
|             |          | 400           | 37.6      |                                   |   |   |   |   |                                   |
| 38          | b)       | r. t.         | 22.4      | Co <sub>50</sub> Fe <sub>10</sub> | (Co <sub>50</sub> Fe <sub>10</sub> ) <sub>99.9</sub> Re <sub>0.15</sub> | (Co <sub>50</sub> Fe <sub>10</sub> ) <sub>99.9</sub> Re <sub>0.2</sub>  | (Co <sub>75</sub> Fe <sub>25</sub> ) <sub>99.9</sub> Re <sub>0.2</sub>  | (Co <sub>75</sub> Fe <sub>25</sub> ) <sub>99.9</sub> Re <sub>0.15</sub> | Co <sub>75</sub> Fe <sub>25</sub> |
|             |          | 260           | 32.9      |                                   |   |   |   |   |                                   |
|             |          | 300           | 34.3      |                                   |   |   |   |   |                                   |
|             |          | 350           | 35.1      |                                   |   |   |   |   |                                   |
|             |          | 400           | 35.1      |                                   |   |   |   |   |                                   |
| 39          | b)       | r. t.         | 18.3      | Co <sub>50</sub> Fe <sub>10</sub> | (Co <sub>50</sub> Fe <sub>10</sub> ) <sub>99.9</sub> Re <sub>0.15</sub> | (Co <sub>50</sub> Fe <sub>10</sub> ) <sub>99.9</sub> Re <sub>0.2</sub>  | (Co <sub>75</sub> Fe <sub>25</sub> ) <sub>99.9</sub> Re <sub>0.2</sub>  | (Co <sub>75</sub> Fe <sub>25</sub> ) <sub>99.9</sub> Re <sub>0.15</sub> | Co <sub>75</sub> Fe <sub>25</sub> |
|             |          | 260           | 31.2      |                                   |   |   |   |   |                                   |
|             |          | 300           | 32.6      |                                   |   |   |   |   |                                   |
|             |          | 350           | 33        |                                   |   |   |   |   |                                   |
|             |          | 400           | 32.5      |                                   |   |   |   |   |                                   |
| 40          | b)       | r. t.         | 13.8      | Co <sub>50</sub> Fe <sub>10</sub> | (Co <sub>50</sub> Fe <sub>10</sub> ) <sub>99.9</sub> Re <sub>0.1</sub>  | (Co <sub>50</sub> Fe <sub>10</sub> ) <sub>99.9</sub> Re <sub>0.2</sub>  | (Co <sub>75</sub> Fe <sub>25</sub> ) <sub>99.9</sub> Re <sub>0.2</sub>  | (Co <sub>75</sub> Fe <sub>25</sub> ) <sub>99.9</sub> Re <sub>0.1</sub>  | Co <sub>75</sub> Fe <sub>25</sub> |
|             |          | 260           | 24.9      |                                   |   |   |   |   |                                   |
|             |          | 300           | 26.2      |                                   |   |   |   |   |                                   |
|             |          | 350           | 15.4      |                                   |   |   |   |   |                                   |
|             |          | 400           | 9.7       |                                   |   |   |   |   |                                   |

【0091】

【表11】

表5b)

| サンプル<br>No. | 素子<br>タイプ | 熱処理温度<br>(°C) | MR<br>(%) | 組成 1                        | 組成 2   | 組成 3   | 組成 4   | 組成 5  | 組成 6                           |
|-------------|-----------|---------------|-----------|-----------------------------|--|--|--|---|--------------------------------|
| 41          | c)        | r. t.         | 18        | $\text{Ni}_2\text{Fe}_{20}$ | $\text{Ni}_2\text{Fe}_{20}$                      | $\text{Ni}_2\text{Fe}_{40}$                      | $\text{Ni}_2\text{Fe}_{40}$                      | $\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30}$                      | Co                             |
|             |           | 260           | 37.8      |                             |  |  |  |   |                                |
|             |           | 300           | 40.3      |                             |  |  |  |   |                                |
|             |           | 350           | 24.6      |                             |  |  |  |   |                                |
|             |           | 400           | 12.2      |                             |  |  |  |   |                                |
| 42          | c)        | r. t.         | 16.8      | $\text{Ni}_2\text{Fe}_{20}$ | $(\text{Ni}_2\text{Fe}_{20})_{85}\text{Fe}_{15}$ | $(\text{Ni}_2\text{Fe}_{40})_{85}\text{Fe}_{15}$ | $(\text{Ni}_2\text{Fe}_{40})_{85}\text{Fe}_{15}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{85}\text{Fe}_{15}$ | $\text{Co}_{85}\text{Fe}_{15}$ |
|             |           | 260           | 38.5      |                             |  |  |  |   |                                |
|             |           | 300           | 37.7      |                             |  |  |  |   |                                |
|             |           | 350           | 25.4      |                             |  |  |  |   |                                |
|             |           | 400           | 12.9      |                             |  |  |  |   |                                |
| 43          | c)        | r. t.         | 16.5      | $\text{Ni}_2\text{Fe}_{20}$ | $(\text{Ni}_2\text{Fe}_{20})_{85}\text{Fe}_{15}$ | $(\text{Ni}_2\text{Fe}_{40})_{85}\text{Fe}_{15}$ | $(\text{Ni}_2\text{Fe}_{40})_{85}\text{Fe}_{15}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{85}\text{Fe}_{15}$ | $\text{Co}_{85}\text{Fe}_{15}$ |
|             |           | 260           | 38.4      |                             |  |  |  |   |                                |
|             |           | 300           | 38.1      |                             |  |  |  |   |                                |
|             |           | 350           | 35.9      |                             |  |  |  |   |                                |
|             |           | 400           | 30.6      |                             |  |  |  |   |                                |
| 44          | c)        | r. t.         | 16.3      | $\text{Ni}_2\text{Fe}_{20}$ | $(\text{Ni}_2\text{Fe}_{20})_{85}\text{Fe}_{15}$ | $(\text{Ni}_2\text{Fe}_{40})_{85}\text{Fe}_{15}$ | $(\text{Ni}_2\text{Fe}_{40})_{85}\text{Fe}_{15}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{85}\text{Fe}_{15}$ | $\text{Co}_{85}\text{Fe}_{15}$ |
|             |           | 260           | 35.1      |                             |  |  |  |   |                                |
|             |           | 300           | 35.9      |                             |  |  |  |   |                                |
|             |           | 350           | 38.2      |                             |  |  |  |   |                                |
|             |           | 400           | 37.9      |                             |  |  |  |   |                                |
| 45          | c)        | r. t.         | 15.5      | $\text{Ni}_2\text{Fe}_{20}$ | $(\text{Ni}_2\text{Fe}_{20})_{85}\text{Fe}_{15}$ | $(\text{Ni}_2\text{Fe}_{40})_{85}\text{Fe}_{15}$ | $(\text{Ni}_2\text{Fe}_{40})_{85}\text{Fe}_{15}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{85}\text{Fe}_{15}$ | $\text{Co}_{85}\text{Fe}_{15}$ |
|             |           | 260           | 30.6      |                             |  |  |  |   |                                |
|             |           | 300           | 32.3      |                             |  |  |  |   |                                |
|             |           | 350           | 35.4      |                             |  |  |  |   |                                |
|             |           | 400           | 38.3      |                             |  |  |  |   |                                |
| 46          | c)        | r. t.         | 17.6      | $\text{Ni}_2\text{Fe}_{20}$ | $(\text{Ni}_2\text{Fe}_{20})_{85}\text{Fe}_{15}$ | $(\text{Ni}_2\text{Fe}_{40})_{85}\text{Fe}_{15}$ | $(\text{Ni}_2\text{Fe}_{40})_{85}\text{Fe}_{15}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{85}\text{Fe}_{15}$ | $\text{Co}_{85}\text{Fe}_{15}$ |
|             |           | 260           | 32        |                             |  |  |  |   |                                |
|             |           | 300           | 33.1      |                             |  |  |  |   |                                |
|             |           | 350           | 34.3      |                             |  |  |  |   |                                |
|             |           | 400           | 35.1      |                             |  |  |  |   |                                |
| 47          | c)        | r. t.         | 11.7      | $\text{Ni}_2\text{Fe}_{20}$ | $(\text{Ni}_2\text{Fe}_{20})_{85}\text{Fe}_{15}$ | $(\text{Ni}_2\text{Fe}_{40})_{85}\text{Fe}_{15}$ | $(\text{Ni}_2\text{Fe}_{40})_{85}\text{Fe}_{15}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{85}\text{Fe}_{15}$ | $\text{Co}_{85}\text{Fe}_{15}$ |
|             |           | 260           | 30.3      |                             |  |  |  |   |                                |
|             |           | 300           | 32.4      |                             |  |  |  |   |                                |
|             |           | 350           | 32.2      |                             |  |  |  |   |                                |
|             |           | 400           | 30.6      |                             |  |  |  |   |                                |
| 48          | c)        | r. t.         | 9.5       | $\text{Ni}_2\text{Fe}_{20}$ | $(\text{Ni}_2\text{Fe}_{20})_{85}\text{Fe}_{15}$ | $(\text{Ni}_2\text{Fe}_{40})_{85}\text{Fe}_{15}$ | $(\text{Ni}_2\text{Fe}_{40})_{85}\text{Fe}_{15}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{85}\text{Fe}_{15}$ | $\text{Co}_{85}\text{Fe}_{15}$ |
|             |           | 260           | 15.2      |                             |  |  |  |   |                                |
|             |           | 300           | 18.1      |                             |  |  |  |   |                                |
|             |           | 350           | 15.6      |                             |  |  |  |   |                                |
|             |           | 400           | 11.7      |                             |  |  |  |   |                                |

【0092】

【表12】

| 試料 No. | 素子 名目 | 熱処理温度 (°C) | 収率 (%) | 組成 1                              | 組成 2                              | 組成 3                              | 組成 4   | 組成 5   | 組成 6                              |
|--------|-------|------------|--------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--|--|-----------------------------------|
| 49     | a)    | r. t.      | 21.7   | Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> | Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> | Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> | Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub>  | Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub>  | Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> |
|        |       | 260        | 36.3   |                                   |                                   |                                   |  |  |                                   |
|        |       | 300        | 38.1   |                                   |                                   |                                   |  |  |                                   |
|        |       | 350        | 24.5   |                                   |                                   |                                   |  |  |                                   |
| 50     | c)    | 400        | 11.6   | Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> | Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> | Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> | (Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> ) <sub>88</sub> Pt <sub>10</sub> Co <sub>10</sub> | (Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> ) <sub>88</sub> Pt <sub>10</sub> Co <sub>10</sub> |                                   |
|        |       | r. t.      | 22.2   |                                   |                                   |                                   |  |  |                                   |
|        |       | 260        | 35.4   |                                   |                                   |                                   |  |  |                                   |
|        |       | 300        | 38.8   |                                   |                                   |                                   |  |  |                                   |
| 51     | o)    | 350        | 22.3   | Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> | Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> | Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> | (Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> ) <sub>88</sub> Pt <sub>10</sub> Co <sub>10</sub> | (Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> ) <sub>88</sub> Pt <sub>10</sub> Co <sub>10</sub> |                                   |
|        |       | 400        | 13.2   |                                   |                                   |                                   |  |  |                                   |
|        |       | r. t.      | 21.9   |                                   |                                   |                                   |  |  |                                   |
|        |       | 260        | 35.1   |                                   |                                   |                                   |  |  |                                   |
| 52     | o)    | 300        | 38.6   | Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> | Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> | Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> | (Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> ) <sub>88</sub> Pt <sub>10</sub> Co <sub>10</sub> | (Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> ) <sub>88</sub> Pt <sub>10</sub> Co <sub>10</sub> |                                   |
|        |       | 350        | 35.4   |                                   |                                   |                                   |  |  |                                   |
|        |       | 400        | 33.8   |                                   |                                   |                                   |  |  |                                   |
|        |       | r. t.      | 20.2   |                                   |                                   |                                   |  |  |                                   |
| 53     | c)    | 260        | 32.8   | Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> | Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> | Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> | (Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> ) <sub>88</sub> Pt <sub>10</sub> Co <sub>10</sub> | (Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> ) <sub>88</sub> Pt <sub>10</sub> Co <sub>10</sub> |                                   |
|        |       | 300        | 35.3   |                                   |                                   |                                   |  |  |                                   |
|        |       | 350        | 37.7   |                                   |                                   |                                   |  |  |                                   |
|        |       | 400        | 38.1   |                                   |                                   |                                   |  |  |                                   |
| 54     | c)    | r. t.      | 18     | Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> | Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> | Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> | (Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> ) <sub>88</sub> Pt <sub>10</sub> Co <sub>10</sub> | (Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> ) <sub>88</sub> Pt <sub>10</sub> Co <sub>10</sub> |                                   |
|        |       | 260        | 31.6   |                                   |                                   |                                   |  |  |                                   |
|        |       | 300        | 34.6   |                                   |                                   |                                   |  |  |                                   |
|        |       | 350        | 38.9   |                                   |                                   |                                   |  |  |                                   |
| 55     | e)    | 400        | 41.3   | Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> | Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> | Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> | (Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> ) <sub>88</sub> Pt <sub>10</sub> Co <sub>10</sub> | (Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> ) <sub>88</sub> Pt <sub>10</sub> Co <sub>10</sub> |                                   |
|        |       | r. t.      | 16.8   |                                   |                                   |                                   |  |  |                                   |
|        |       | 260        | 31.2   |                                   |                                   |                                   |  |  |                                   |
|        |       | 300        | 32.7   |                                   |                                   |                                   |  |  |                                   |
| 56     | c)    | 350        | 37.1   | Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> | Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> | Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> | (Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> ) <sub>88</sub> Pt <sub>10</sub> Co <sub>10</sub> | (Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> ) <sub>88</sub> Pt <sub>10</sub> Co <sub>10</sub> |                                   |
|        |       | 400        | 36.8   |                                   |                                   |                                   |  |  |                                   |
|        |       | r. t.      | 15.4   |                                   |                                   |                                   |  |  |                                   |
|        |       | 260        | 31     |                                   |                                   |                                   |  |  |                                   |
| 57     | e)    | 300        | 32.8   | Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> | Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> | Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> | (Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> ) <sub>88</sub> Pt <sub>10</sub> Co <sub>10</sub> | (Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> ) <sub>88</sub> Pt <sub>10</sub> Co <sub>10</sub> |                                   |
|        |       | 350        | 35.1   |                                   |                                   |                                   |  |  |                                   |
|        |       | 400        | 33.6   |                                   |                                   |                                   |  |  |                                   |
|        |       | r. t.      | 11.8   |                                   |                                   |                                   |  |  |                                   |
| 58     | c)    | 260        | 24.9   | Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> | Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> | Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> | (Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> ) <sub>88</sub> Pt <sub>10</sub> Co <sub>10</sub> | (Co <sub>20</sub> Fe <sub>10</sub> ) <sub>88</sub> Pt <sub>10</sub> Co <sub>10</sub> |                                   |
|        |       | 300        | 24.7   |                                   |                                   |                                   |  |  |                                   |
|        |       | 350        | 14.8   |                                   |                                   |                                   |  |  |                                   |
|        |       | 400        | 10.9   |                                   |                                   |                                   |  |  |                                   |

【表 13】

表 8 d)

| サンプル<br>No. | 素子<br>M | 加熱温度<br>(°C) | 収率<br>(%) | 組成 1                           | 組成 2                           | 組成 3                           | 組成 4                           | 組成 5                        | 組成 6                        |
|-------------|---------|--------------|-----------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 57          | a)      | r. t.        | 12.7      | $\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20}$ | $\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20}$ | Fe                             | Fe                             | $\text{Co}_2\text{Fe}_{20}$ | $\text{Co}_2\text{Fe}_{20}$ |
|             |         | 260          | 28.4      |                                |                                |                                |                                |                             |                             |
|             |         | 300          | 29.3      |                                |                                |                                |                                |                             |                             |
|             |         | 350          | 18.9      |                                |                                |                                |                                |                             |                             |
|             |         | 400          | 15.1      |                                |                                |                                |                                |                             |                             |
| 58          | a)      | r. t.        | 12.7      | $\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20}$ | $\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20}$ | $\text{Fe}_{20}\text{Pt}_{10}$ | $\text{Fe}_{20}\text{Pt}_{10}$ | $\text{Co}_2\text{Fe}_{20}$ | $\text{Co}_2\text{Fe}_{20}$ |
|             |         | 260          | 28.2      |                                |                                |                                |                                |                             |                             |
|             |         | 300          | 29.7      |                                |                                |                                |                                |                             |                             |
|             |         | 350          | 19.3      |                                |                                |                                |                                |                             |                             |
|             |         | 400          | 15.4      |                                |                                |                                |                                |                             |                             |
| 59          | c)      | r. t.        | 12.5      | $\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20}$ | $\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20}$ | $\text{Fe}_{20}\text{Pt}_{10}$ | $\text{Fe}_{20}\text{Pt}_{10}$ | $\text{Co}_2\text{Fe}_{20}$ | $\text{Co}_2\text{Fe}_{20}$ |
|             |         | 260          | 27.1      |                                |                                |                                |                                |                             |                             |
|             |         | 300          | 29.4      |                                |                                |                                |                                |                             |                             |
|             |         | 350          | 27.2      |                                |                                |                                |                                |                             |                             |
|             |         | 400          | 28        |                                |                                |                                |                                |                             |                             |
| 60          | a)      | r. t.        | 12.3      | $\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20}$ | $\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20}$ | $\text{Fe}_{20}\text{Pt}_{10}$ | $\text{Fe}_{20}\text{Pt}_{10}$ | $\text{Co}_2\text{Fe}_{20}$ | $\text{Co}_2\text{Fe}_{20}$ |
|             |         | 260          | 28.5      |                                |                                |                                |                                |                             |                             |
|             |         | 300          | 28.8      |                                |                                |                                |                                |                             |                             |
|             |         | 350          | 28.7      |                                |                                |                                |                                |                             |                             |
|             |         | 400          | 30        |                                |                                |                                |                                |                             |                             |
| 61          | c)      | r. t.        | 12.4      | $\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20}$ | $\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20}$ | $\text{Fe}_{20}\text{Pt}_{10}$ | $\text{Fe}_{20}\text{Pt}_{10}$ | $\text{Co}_2\text{Fe}_{20}$ | $\text{Co}_2\text{Fe}_{20}$ |
|             |         | 260          | 23.9      |                                |                                |                                |                                |                             |                             |
|             |         | 300          | 25.1      |                                |                                |                                |                                |                             |                             |
|             |         | 350          | 30.4      |                                |                                |                                |                                |                             |                             |
|             |         | 400          | 37        |                                |                                |                                |                                |                             |                             |
| 62          | a)      | r. t.        | 11.9      | $\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20}$ | $\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20}$ | $\text{Fe}_{20}\text{Pt}_{10}$ | $\text{Fe}_{20}\text{Pt}_{10}$ | $\text{Co}_2\text{Fe}_{20}$ | $\text{Co}_2\text{Fe}_{20}$ |
|             |         | 260          | 25.1      |                                |                                |                                |                                |                             |                             |
|             |         | 300          | 27.8      |                                |                                |                                |                                |                             |                             |
|             |         | 350          | 29.1      |                                |                                |                                |                                |                             |                             |
|             |         | 400          | 33.4      |                                |                                |                                |                                |                             |                             |
| 63          | a)      | r. t.        | 11.5      | $\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20}$ | $\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20}$ | $\text{Fe}_{20}\text{Pt}_{10}$ | $\text{Fe}_{20}\text{Pt}_{10}$ | $\text{Co}_2\text{Fe}_{20}$ | $\text{Co}_2\text{Fe}_{20}$ |
|             |         | 260          | 24.9      |                                |                                |                                |                                |                             |                             |
|             |         | 300          | 27.4      |                                |                                |                                |                                |                             |                             |
|             |         | 350          | 27.6      |                                |                                |                                |                                |                             |                             |
|             |         | 400          | 28.4      |                                |                                |                                |                                |                             |                             |
| 64          | a)      | r. t.        | 10.3      | $\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20}$ | $\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20}$ | $\text{Fe}_{20}\text{Pt}_{10}$ | $\text{Fe}_{20}\text{Pt}_{10}$ | $\text{Co}_2\text{Fe}_{20}$ | $\text{Co}_2\text{Fe}_{20}$ |
|             |         | 260          | 21        |                                |                                |                                |                                |                             |                             |
|             |         | 300          | 22.1      |                                |                                |                                |                                |                             |                             |
|             |         | 350          | 18.5      |                                |                                |                                |                                |                             |                             |
|             |         | 400          | 15.9      |                                |                                |                                |                                |                             |                             |

【0094】

【表14】

| No. | 来子<br>No. | 始処理温度<br>(°C) | 収<br>(%) | 組成 1   | 組成 2   | 組成 3   | 組成 4  | 組成 5  | 組成 6  |
|-----|-----------|---------------|----------|--|--|--|---|---|---|
| 65  | c)        | r. t.         | 12.6     | (Ni <sub>10</sub> Fe <sub>90</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Ni <sub>10</sub> Fe <sub>90</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | Fe <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub>                   | Fe <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub>                                  | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> |
|     |           | 260           | 28.5     |  |  |  | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> |   |
|     |           | 300           | 28.1     |  |  |  | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> |   |
|     |           | 350           | 18.9     |  |  |  | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> |   |
|     |           | 400           | 15.1     |  |  |  | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> |   |
| 66  | c)        | r. t.         | 12.6     | (Ni <sub>10</sub> Fe <sub>90</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Ni <sub>10</sub> Fe <sub>90</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | Fe <sub>99.9</sub> Pt <sub>0.1</sub> Al <sub>0.1</sub> | Fe <sub>99.9</sub> Pt <sub>0.1</sub> Al <sub>0.1</sub>                | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> |
|     |           | 260           | 28.4     |  |  |  | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> |   |
|     |           | 300           | 28.1     |  |  |  | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> |   |
|     |           | 350           | 18.5     |  |  |  | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> |   |
|     |           | 400           | 15.6     |  |  |  | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> |   |
| 67  | c)        | r. t.         | 12.7     | (Ni <sub>10</sub> Fe <sub>90</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Ni <sub>10</sub> Fe <sub>90</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | Fe <sub>99.9</sub> Pt <sub>0.1</sub> Al <sub>0.1</sub> | Fe <sub>99.9</sub> Pt <sub>0.1</sub> Al <sub>0.1</sub>                | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> |
|     |           | 260           | 27.4     |  |  |  | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> |   |
|     |           | 300           | 30.1     |  |  |  | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> |   |
|     |           | 350           | 29.5     |  |  |  | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> |   |
|     |           | 400           | 33.4     |  |  |  | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> |   |
| 68  | c)        | r. t.         | 12.5     | (Ni <sub>10</sub> Fe <sub>90</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Ni <sub>10</sub> Fe <sub>90</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | Fe <sub>99.9</sub> Pt <sub>0.1</sub> Al <sub>0.1</sub> | Fe <sub>99.9</sub> Pt <sub>0.1</sub> Al <sub>0.1</sub>                | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> |
|     |           | 260           | 27       |  |  |  | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> |   |
|     |           | 300           | 28.9     |  |  |  | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> |   |
|     |           | 350           | 33.6     |  |  |  | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> |   |
|     |           | 400           | 35.7     |  |  |  | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> |   |
| 69  | c)        | r. t.         | 12.1     | (Ni <sub>10</sub> Fe <sub>90</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Ni <sub>10</sub> Fe <sub>90</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | Fe <sub>99.9</sub> Pt <sub>0.1</sub> Al <sub>0.1</sub> | Fe <sub>99.9</sub> Pt <sub>0.1</sub> Al <sub>0.1</sub>                | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> |
|     |           | 260           | 25.3     |  |  |  | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> |   |
|     |           | 300           | 29.9     |  |  |  | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> |   |
|     |           | 350           | 34.2     |  |  |  | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> |   |
|     |           | 400           | 39.6     |  |  |  | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> |   |
| 70  | c)        | r. t.         | 11.8     | (Ni <sub>10</sub> Fe <sub>90</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Ni <sub>10</sub> Fe <sub>90</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | Fe <sub>99.9</sub> Pt <sub>0.1</sub> Al <sub>0.1</sub> | Fe <sub>99.9</sub> Pt <sub>0.1</sub> Al <sub>0.1</sub>                | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> |
|     |           | 260           | 25.3     |  |  |  | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> |   |
|     |           | 300           | 27.4     |  |  |  | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9</sub> Al <sub>0.1</sub> | (Co <sub>95</sub> Fe <sub>5</sub> ) <sub>99.9&lt;/</sub>              |   |

【表 15】

表6b)

| サンプル<br>No. | 素子<br>形状 | 焼成温度<br>(°C) | 膜<br>(%) | 組成1   | 組成2   | 組成3   | 組成4   | 組成5   | 組成6   |
|-------------|----------|--------------|----------|---|---|---|---|---|---|
| 73          | a)       | r. t.        | 12.8     | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20})_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20})_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $\text{Fe}_{0.5}\text{Al}_{0.5}$                | $\text{Fe}_{0.5}\text{Al}_{0.5}$                | $(\text{Co}_{25}\text{Fe}_{25})_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{25}\text{Fe}_{25})_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ |
|             |          | 260          | 28.6     |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 300          | 28.9     |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 350          | 19.5     |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 400          | 16.6     |   |   |   |   |   |   |
| 74          | a)       | r. t.        | 12.7     | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20})_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20})_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $\text{Fe}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $\text{Fe}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{25}\text{Fe}_{25})_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{25}\text{Fe}_{25})_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ |
|             |          | 260          | 28.6     |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 300          | 28.5     |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 350          | 19.7     |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 400          | 15.7     |   |   |   |   |   |   |
| 75          | c)       | r. t.        | 12.4     | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20})_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20})_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $\text{Fe}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $\text{Fe}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{25}\text{Fe}_{25})_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{25}\text{Fe}_{25})_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ |
|             |          | 260          | 27.1     |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 300          | 29.9     |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 350          | 28.4     |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 400          | 30.8     |   |   |   |   |   |   |
| 76          | c)       | r. t.        | 12.8     | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20})_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20})_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $\text{Fe}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $\text{Fe}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{25}\text{Fe}_{25})_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{25}\text{Fe}_{25})_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ |
|             |          | 260          | 27.6     |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 300          | 29.4     |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 350          | 34.4     |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 400          | 37.7     |   |   |   |   |   |   |
| 77          | c)       | r. t.        | 13.1     | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20})_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20})_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $\text{Fe}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $\text{Fe}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{25}\text{Fe}_{25})_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{25}\text{Fe}_{25})_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ |
|             |          | 260          | 26.7     |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 300          | 31.2     |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 350          | 38.4     |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 400          | 42.4     |   |   |   |   |   |   |
| 78          | c)       | r. t.        | 12.1     | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20})_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20})_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $\text{Fe}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $\text{Fe}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{25}\text{Fe}_{25})_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{25}\text{Fe}_{25})_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ |
|             |          | 260          | 25.5     |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 300          | 27.1     |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 350          | 37       |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 400          | 42.1     |   |   |   |   |   |   |
| 79          | c)       | r. t.        | 11.6     | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20})_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20})_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $\text{Fe}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $\text{Fe}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{25}\text{Fe}_{25})_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{25}\text{Fe}_{25})_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ |
|             |          | 260          | 24.9     |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 300          | 26.8     |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 350          | 33.8     |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 400          | 39       |   |   |   |   |   |   |
| 80          | c)       | r. t.        | 10.4     | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20})_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20})_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $\text{Fe}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $\text{Fe}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{25}\text{Fe}_{25})_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{25}\text{Fe}_{25})_{0.5}\text{Al}_{0.5}$ |
|             |          | 260          | 19.9     |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 300          | 22.5     |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 350          | 19.5     |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 400          | 18.5     |   |   |   |   |   |   |

【0096】

【表16】

表6a)

| サンプル<br>No. | 素子<br>147 | 熱処理温度<br>(°C) | MR<br>(%) | 組成1   | 組成2   | 組成3   | 組成4   | 組成5   | 組成6   |
|-------------|-----------|---------------|-----------|---|---|---|---|---|---|
| 81          | c)        | r. t.         | 12.7      | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $\text{Fe}_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$                | $\text{Fe}_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$                | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ |
|             |           | 260           | 28.4      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 300           | 28.6      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 350           | 18.9      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 400           | 15.1      |   |   |   |   |   |   |
| 82          | c)        | r. t.         | 12.5      | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $\text{Fe}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $\text{Fe}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ |
|             |           | 260           | 28.3      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 300           | 29.6      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 350           | 19.09     |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 400           | 15.3      |   |   |   |   |   |   |
| 83          | c)        | r. t.         | 12.1      | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $\text{Fe}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $\text{Fe}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ |
|             |           | 260           | 28.9      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 300           | 29.5      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 350           | 27.4      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 400           | 28.8      |   |   |   |   |   |   |
| 84          | c)        | r. t.         | 12.5      | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $\text{Fe}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $\text{Fe}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ |
|             |           | 260           | 27.4      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 300           | 29.6      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 350           | 33.3      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 400           | 36.2      |   |   |   |   |   |   |
| 85          | c)        | r. t.         | 13.3      | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $\text{Fe}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $\text{Fe}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ |
|             |           | 260           | 26.8      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 300           | 31.6      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 350           | 39.1      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 400           | 43.6      |   |   |   |   |   |   |
| 86          | c)        | r. t.         | 12.1      | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $\text{Fe}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $\text{Fe}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ |
|             |           | 260           | 25.6      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 300           | 27        |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 350           | 37        |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 400           | 42.4      |   |   |   |   |   |   |
| 87          | c)        | r. t.         | 11.7      | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $\text{Fe}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $\text{Fe}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ |
|             |           | 260           | 25.1      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 300           | 26.9      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 350           | 34.8      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 400           | 39.4      |   |   |   |   |   |   |
| 88          | c)        | r. t.         | 10.5      | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $\text{Fe}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $\text{Fe}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$ |
|             |           | 260           | 19.8      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 300           | 22.6      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 350           | 19.7      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 400           | 16.6      |   |   |   |   |   |   |

【0097】

【表17】



表6d)

| サンプル<br>No. | 素子<br>形状 | 焼結温度<br>(°C) | HR<br>(%) | 組成 1  | 組成 2  | 組成 3  | 組成 4  | 組成 5  | 組成 6  |
|-------------|----------|--------------|-----------|---|---|---|---|---|---|
| 89          | a)       | r. t.        | 12.5      | $(\text{Ni}_{0.8}\text{Fe}_{0.2})_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$ | $(\text{Ni}_{0.8}\text{Fe}_{0.2})_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$ | $\text{Fe}_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$                | $\text{Fe}_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$                | $(\text{Co}_{0.7}\text{Fe}_{0.3})_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{0.7}\text{Fe}_{0.3})_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$ |
|             |          | 260          | 28.2      |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 300          | 28.3      |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 350          | 18.7      |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 400          | 14.9      |   |   |   |   |   |   |
| 90          | a)       | r. t.        | 12.4      | $(\text{Ni}_{0.8}\text{Fe}_{0.2})_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$ | $(\text{Ni}_{0.8}\text{Fe}_{0.2})_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$ | $\text{Fe}_{0.9}\text{Pt}_{0.1}\text{Ni}_{0.1}$ | $\text{Fe}_{0.9}\text{Pt}_{0.1}\text{Ni}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{0.7}\text{Fe}_{0.3})_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{0.7}\text{Fe}_{0.3})_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$ |
|             |          | 260          | 28.1      |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 300          | 29.1      |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 350          | 18.9      |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 400          | 15.1      |   |   |   |   |   |   |
| 91          | a)       | r. t.        | 11.9      | $(\text{Ni}_{0.8}\text{Fe}_{0.2})_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$ | $(\text{Ni}_{0.8}\text{Fe}_{0.2})_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$ | $\text{Fe}_{0.9}\text{Pt}_{0.1}\text{Ni}_{0.1}$ | $\text{Fe}_{0.9}\text{Pt}_{0.1}\text{Ni}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{0.7}\text{Fe}_{0.3})_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{0.7}\text{Fe}_{0.3})_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$ |
|             |          | 260          | 26.6      |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 300          | 29.1      |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 350          | 27        |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 400          | 26.4      |   |   |   |   |   |   |
| 92          | a)       | r. t.        | 12.6      | $(\text{Ni}_{0.8}\text{Fe}_{0.2})_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$ | $(\text{Ni}_{0.8}\text{Fe}_{0.2})_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$ | $\text{Fe}_{0.9}\text{Pt}_{0.1}\text{Ni}_{0.1}$ | $\text{Fe}_{0.9}\text{Pt}_{0.1}\text{Ni}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{0.7}\text{Fe}_{0.3})_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{0.7}\text{Fe}_{0.3})_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$ |
|             |          | 260          | 27.7      |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 300          | 30.2      |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 350          | 32.9      |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 400          | 35.8      |   |   |   |   |   |   |
| 93          | a)       | r. t.        | 13.5      | $(\text{Ni}_{0.8}\text{Fe}_{0.2})_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$ | $(\text{Ni}_{0.8}\text{Fe}_{0.2})_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$ | $\text{Fe}_{0.9}\text{Pt}_{0.1}\text{Ni}_{0.1}$ | $\text{Fe}_{0.9}\text{Pt}_{0.1}\text{Ni}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{0.7}\text{Fe}_{0.3})_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{0.7}\text{Fe}_{0.3})_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$ |
|             |          | 260          | 27.1      |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 300          | 32.2      |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 350          | 40.6      |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 400          | 46.8      |   |   |   |   |   |   |
| 94          | a)       | r. t.        | 12.4      | $(\text{Ni}_{0.8}\text{Fe}_{0.2})_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$ | $(\text{Ni}_{0.8}\text{Fe}_{0.2})_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$ | $\text{Fe}_{0.9}\text{Pt}_{0.1}\text{Ni}_{0.1}$ | $\text{Fe}_{0.9}\text{Pt}_{0.1}\text{Ni}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{0.7}\text{Fe}_{0.3})_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{0.7}\text{Fe}_{0.3})_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$ |
|             |          | 260          | 25.7      |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 300          | 28.1      |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 350          | 38.6      |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 400          | 44.5      |   |   |   |   |   |   |
| 95          | c)       | r. t.        | 11.9      | $(\text{Ni}_{0.8}\text{Fe}_{0.2})_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$ | $(\text{Ni}_{0.8}\text{Fe}_{0.2})_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$ | $\text{Fe}_{0.9}\text{Pt}_{0.1}\text{Ni}_{0.1}$ | $\text{Fe}_{0.9}\text{Pt}_{0.1}\text{Ni}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{0.7}\text{Fe}_{0.3})_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{0.7}\text{Fe}_{0.3})_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$ |
|             |          | 260          | 25.5      |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 300          | 27.1      |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 350          | 37        |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 400          | 42        |   |   |   |   |   |   |
| 96          | a)       | r. t.        | 10.4      | $(\text{Ni}_{0.8}\text{Fe}_{0.2})_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$ | $(\text{Ni}_{0.8}\text{Fe}_{0.2})_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$ | $\text{Fe}_{0.9}\text{Pt}_{0.1}\text{Ni}_{0.1}$ | $\text{Fe}_{0.9}\text{Pt}_{0.1}\text{Ni}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{0.7}\text{Fe}_{0.3})_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{0.7}\text{Fe}_{0.3})_{0.9}\text{Ni}_{0.1}$ |
|             |          | 260          | 18.9      |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 300          | 22.4      |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 350          | 19.8      |   |   |   |   |   |   |
|             |          | 400          | 16.9      |   |   |   |   |   |   |

【0098】

【表18】

表7a)

| サンプル<br>No. | 素子<br>タイプ | 熱処理温度<br>(°C) | MR<br>(%) | 組成1  | 組成2  | 組成3   | 組成4   | 組成5  | 組成6  |
|-------------|-----------|---------------|-----------|--|--|---|---|--|--|
| 97          | o)        | r. t.         | 12.4      | $(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{\text{a}}/\text{Ni}_{\text{b}}$ | $(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{\text{a}}/\text{Ni}_{\text{b}}$ | $\text{Fe}_{80}\text{Ni}_{20}$                  | $\text{Fe}_{80}\text{Ni}_{20}$                  | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{\text{a}}/\text{Ni}_{\text{b}}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{\text{a}}/\text{Ni}_{\text{b}}$ |
|             |           | 260           | 28.3      |  |  |   |   |  |  |
|             |           | 300           | 28.4      |  |  |   |   |  |  |
|             |           | 350           | 18.5      |  |  |   |   |  |  |
|             |           | 400           | 14.8      |  |  |   |   |  |  |
| 98          | o)        | r. t.         | 12.2      | $(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{\text{a}}/\text{Ni}_{\text{b}}$ | $(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{\text{a}}/\text{Ni}_{\text{b}}$ | $\text{Fe}_{80.5}\text{Pt}_{0.5}\text{Ni}_{15}$ | $\text{Fe}_{80.5}\text{Pt}_{0.5}\text{Ni}_{15}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{\text{a}}/\text{Ni}_{\text{b}}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{\text{a}}/\text{Ni}_{\text{b}}$ |
|             |           | 260           | 28        |  |  |   |   |  |  |
|             |           | 300           | 28.9      |  |  |   |   |  |  |
|             |           | 350           | 18.7      |  |  |   |   |  |  |
|             |           | 400           | 14.9      |  |  |   |   |  |  |
| 99          | o)        | r. t.         | 11.8      | $(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{\text{a}}/\text{Ni}_{\text{b}}$ | $(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{\text{a}}/\text{Ni}_{\text{b}}$ | $\text{Fe}_{80.5}\text{Pt}_{0.5}\text{Ni}_{15}$ | $\text{Fe}_{80.5}\text{Pt}_{0.5}\text{Ni}_{15}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{\text{a}}/\text{Ni}_{\text{b}}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{\text{a}}/\text{Ni}_{\text{b}}$ |
|             |           | 260           | 26.4      |  |  |   |   |  |  |
|             |           | 300           | 28.8      |  |  |   |   |  |  |
|             |           | 350           | 28.5      |  |  |   |   |  |  |
|             |           | 400           | 27.9      |  |  |   |   |  |  |
| 100         | o)        | r. t.         | 12.4      | $(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{\text{a}}/\text{Ni}_{\text{b}}$ | $(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{\text{a}}/\text{Ni}_{\text{b}}$ | $\text{Fe}_{80}\text{Pt}_{20}\text{Ni}_{15}$    | $\text{Fe}_{80}\text{Pt}_{20}\text{Ni}_{15}$    | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{\text{a}}/\text{Ni}_{\text{b}}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{\text{a}}/\text{Ni}_{\text{b}}$ |
|             |           | 260           | 27.1      |  |  |   |   |  |  |
|             |           | 300           | 28.9      |  |  |   |   |  |  |
|             |           | 350           | 31.6      |  |  |   |   |  |  |
|             |           | 400           | 32.8      |  |  |   |   |  |  |
| 101         | o)        | r. t.         | 19.3      | $(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{\text{a}}/\text{Ni}_{\text{b}}$ | $(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{\text{a}}/\text{Ni}_{\text{b}}$ | $\text{Fe}_{85}\text{Pt}_{15}\text{Ni}_{15}$    | $\text{Fe}_{85}\text{Pt}_{15}\text{Ni}_{15}$    | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{\text{a}}/\text{Ni}_{\text{b}}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{\text{a}}/\text{Ni}_{\text{b}}$ |
|             |           | 260           | 26.9      |  |  |   |   |  |  |
|             |           | 300           | 31.8      |  |  |   |   |  |  |
|             |           | 350           | 40.1      |  |  |   |   |  |  |
|             |           | 400           | 45        |  |  |   |   |  |  |
| 102         | o)        | r. t.         | 12.2      | $(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{\text{a}}/\text{Ni}_{\text{b}}$ | $(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{\text{a}}/\text{Ni}_{\text{b}}$ | $\text{Fe}_{77}\text{Pt}_{23}\text{Ni}_{15}$    | $\text{Fe}_{77}\text{Pt}_{23}\text{Ni}_{15}$    | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{\text{a}}/\text{Ni}_{\text{b}}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{\text{a}}/\text{Ni}_{\text{b}}$ |
|             |           | 260           | 25.8      |  |  |   |   |  |  |
|             |           | 300           | 27.9      |  |  |   |   |  |  |
|             |           | 350           | 38.7      |  |  |   |   |  |  |
|             |           | 400           | 43.2      |  |  |   |   |  |  |
| 103         | c)        | r. t.         | 11.7      | $(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{\text{a}}/\text{Ni}_{\text{b}}$ | $(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{\text{a}}/\text{Ni}_{\text{b}}$ | $\text{Fe}_{81}\text{Pt}_{19}\text{Ni}_{15}$    | $\text{Fe}_{81}\text{Pt}_{19}\text{Ni}_{15}$    | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{\text{a}}/\text{Ni}_{\text{b}}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{\text{a}}/\text{Ni}_{\text{b}}$ |
|             |           | 260           | 25.3      |  |  |   |   |  |  |
|             |           | 300           | 28.9      |  |  |   |   |  |  |
|             |           | 350           | 34.4      |  |  |   |   |  |  |
|             |           | 400           | 40.5      |  |  |   |   |  |  |
| 104         | o)        | r. t.         | 10.9      | $(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{\text{a}}/\text{Ni}_{\text{b}}$ | $(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{\text{a}}/\text{Ni}_{\text{b}}$ | $\text{Fe}_{82}\text{Pt}_{18}\text{Ni}_{15}$    | $\text{Fe}_{82}\text{Pt}_{18}\text{Ni}_{15}$    | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{\text{a}}/\text{Ni}_{\text{b}}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_{\text{a}}/\text{Ni}_{\text{b}}$ |
|             |           | 260           | 19.9      |  |  |   |   |  |  |
|             |           | 300           | 22.2      |  |  |   |   |  |  |
|             |           | 350           | 19.5      |  |  |   |   |  |  |
|             |           | 400           | 16.5      |  |  |   |   |  |  |

【0099】

【表19】

表7b)

| サンプル<br>No. | 条件<br>①②③ | 熱処理温度<br>(°C) | HR<br>(%) | 組成1  | 組成2  | 組成3  | 組成4  | 組成5  | 組成6  |
|-------------|-----------|---------------|-----------|--|--|--|--|--|--|
| 105         | a)        | r. t.         | 12.1      | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{\text{a}}\text{Ni}_b$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{\text{a}}\text{Ni}_b$ | $\text{Fe}_{10}\text{Ni}_b$                | $\text{Fe}_{10}\text{Ni}_b$                | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{\text{a}}\text{Ni}_b$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{\text{a}}\text{Ni}_b$ |
|             |           | 250           | 27.6      |  |  |  |  |  |  |
|             |           | 300           | 27.8      |  |  |  |  |  |  |
|             |           | 350           | 18        |  |  |  |  |  |  |
|             |           | 400           | 14.3      |  |  |  |  |  |  |
| 106         | c)        | r. t.         | 12.2      | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{\text{a}}\text{Ni}_b$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{\text{a}}\text{Ni}_b$ | $\text{Fe}_{91}\text{Pt}_{0.9}\text{Ni}_b$ | $\text{Fe}_{91}\text{Pt}_{0.9}\text{Ni}_b$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{\text{a}}\text{Ni}_b$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{\text{a}}\text{Ni}_b$ |
|             |           | 250           | 27.9      |  |  |  |  |  |  |
|             |           | 300           | 28.2      |  |  |  |  |  |  |
|             |           | 350           | 18.1      |  |  |  |  |  |  |
|             |           | 400           | 14.5      |  |  |  |  |  |  |
| 107         | a)        | r. t.         | 11.6      | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{\text{a}}\text{Ni}_b$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{\text{a}}\text{Ni}_b$ | $\text{Fe}_{91}\text{Pt}_{0.9}\text{Ni}_b$ | $\text{Fe}_{91}\text{Pt}_{0.9}\text{Ni}_b$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{\text{a}}\text{Ni}_b$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{\text{a}}\text{Ni}_b$ |
|             |           | 250           | 25.9      |  |  |  |  |  |  |
|             |           | 300           | 28.1      |  |  |  |  |  |  |
|             |           | 350           | 24.9      |  |  |  |  |  |  |
|             |           | 400           | 25.8      |  |  |  |  |  |  |
| 108         | c)        | r. t.         | 12        | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{\text{a}}\text{Ni}_b$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{\text{a}}\text{Ni}_b$ | $\text{Fe}_{90}\text{Pt}_{10}\text{Ni}_b$  | $\text{Fe}_{90}\text{Pt}_{10}\text{Ni}_b$  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{\text{a}}\text{Ni}_b$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{\text{a}}\text{Ni}_b$ |
|             |           | 250           | 26.8      |  |  |  |  |  |  |
|             |           | 300           | 26.7      |  |  |  |  |  |  |
|             |           | 350           | 28.7      |  |  |  |  |  |  |
|             |           | 400           | 30        |  |  |  |  |  |  |
| 109         | a)        | r. t.         | 12.9      | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{\text{a}}\text{Ni}_b$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{\text{a}}\text{Ni}_b$ | $\text{Fe}_{90}\text{Pt}_{10}\text{Ni}_b$  | $\text{Fe}_{90}\text{Pt}_{10}\text{Ni}_b$  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{\text{a}}\text{Ni}_b$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{\text{a}}\text{Ni}_b$ |
|             |           | 250           | 26.2      |  |  |  |  |  |  |
|             |           | 300           | 31.1      |  |  |  |  |  |  |
|             |           | 350           | 32.3      |  |  |  |  |  |  |
|             |           | 400           | 37.3      |  |  |  |  |  |  |
| 110         | a)        | r. t.         | 11        | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{\text{a}}\text{Ni}_b$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{\text{a}}\text{Ni}_b$ | $\text{Fe}_{91}\text{Pt}_{0.9}\text{Ni}_b$ | $\text{Fe}_{91}\text{Pt}_{0.9}\text{Ni}_b$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{\text{a}}\text{Ni}_b$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{\text{a}}\text{Ni}_b$ |
|             |           | 250           | 24.9      |  |  |  |  |  |  |
|             |           | 300           | 26.2      |  |  |  |  |  |  |
|             |           | 350           | 30.4      |  |  |  |  |  |  |
|             |           | 400           | 34.1      |  |  |  |  |  |  |
| 111         | c)        | r. t.         | 10.8      | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{\text{a}}\text{Ni}_b$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{\text{a}}\text{Ni}_b$ | $\text{Fe}_{91}\text{Pt}_{0.9}\text{Ni}_b$ | $\text{Fe}_{91}\text{Pt}_{0.9}\text{Ni}_b$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{\text{a}}\text{Ni}_b$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{\text{a}}\text{Ni}_b$ |
|             |           | 250           | 24.9      |  |  |  |  |  |  |
|             |           | 300           | 26.1      |  |  |  |  |  |  |
|             |           | 350           | 28.5      |  |  |  |  |  |  |
|             |           | 400           | 32.6      |  |  |  |  |  |  |
| 112         | a)        | r. t.         | 10.2      | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{\text{a}}\text{Ni}_b$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{\text{a}}\text{Ni}_b$ | $\text{Fe}_{90}\text{Pt}_{10}\text{Ni}_b$  | $\text{Fe}_{90}\text{Pt}_{10}\text{Ni}_b$  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{\text{a}}\text{Ni}_b$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{\text{a}}\text{Ni}_b$ |
|             |           | 250           | 19.7      |  |  |  |  |  |  |
|             |           | 300           | 21.9      |  |  |  |  |  |  |
|             |           | 350           | 18.3      |  |  |  |  |  |  |
|             |           | 400           | 15.4      |  |  |  |  |  |  |

【0100】

【表20】

表7c)

| サンプル<br>No. | 素子<br>タイプ | 熱処理温度<br>(°C) | MR<br>(%) | 組成1   | 組成2   | 組成3   | 組成4   | 組成5   | 組成6   |
|-------------|-----------|---------------|-----------|---|---|---|---|---|---|
| 113         | c)        | r. t.         | 11.6      | $(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{84}\text{Ni}_{12}$ | $(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{84}\text{Ni}_{12}$ | $\text{Fe}_{84}\text{Ni}_{12}$                    | $\text{Fe}_{88}\text{Ni}_{12}$                  | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{84}\text{Ni}_{12}$     | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{84}\text{Ni}_{12}$     |
|             |           | 260           | 26.1      |   |   |   |   | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{87.7}\text{Ni}_{12.7}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{84.5}\text{Ni}_{18.5}$ |
|             |           | 300           | 26.5      |   |   |   |   | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{88.4}\text{Ni}_{13.4}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{81}\text{Ni}_{19}$     |
|             |           | 350           | 17        |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 400           | 13.6      |   |   |   |   |   |   |
| 114         | c)        | r. t.         | 11.8      | $(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{84}\text{Ni}_{12}$ | $(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{84}\text{Ni}_{12}$ | $\text{Fe}_{87.3}\text{Pt}_{0.3}\text{Ni}_{12.7}$ | $\text{Fe}_{87.3}\text{Pt}_{0.3}\text{Ni}_{12}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{84}\text{Ni}_{12}$     | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{84}\text{Ni}_{12}$     |
|             |           | 260           | 26.5      |   |   |   |   | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{87.7}\text{Ni}_{12.7}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{84.5}\text{Ni}_{18.5}$ |
|             |           | 300           | 26.9      |   |   |   |   | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{88.4}\text{Ni}_{13.4}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{81}\text{Ni}_{19}$     |
|             |           | 350           | 17.2      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 400           | 13.7      |   |   |   |   |   |   |
| 115         | c)        | r. t.         | 11.5      | $(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{84}\text{Ni}_{12}$ | $(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{84}\text{Ni}_{12}$ | $\text{Fe}_{87.7}\text{Pt}_{0.3}\text{Ni}_{12.7}$ | $\text{Fe}_{87.7}\text{Pt}_{0.3}\text{Ni}_{12}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{84}\text{Ni}_{12}$     | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{84}\text{Ni}_{12}$     |
|             |           | 260           | 25.7      |   |   |   |   | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{87.7}\text{Ni}_{12.7}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{84.5}\text{Ni}_{18.5}$ |
|             |           | 300           | 27.8      |   |   |   |   | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{88.4}\text{Ni}_{13.4}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{81}\text{Ni}_{19}$     |
|             |           | 350           | 23.5      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 400           | 24        |   |   |   |   |   |   |
| 116         | c)        | r. t.         | 11.8      | $(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{84}\text{Ni}_{12}$ | $(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{84}\text{Ni}_{12}$ | $\text{Fe}_{88}\text{Pt}_{0.2}\text{Ni}_{12}$     | $\text{Fe}_{88}\text{Pt}_{0.2}\text{Ni}_{12}$   | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{84}\text{Ni}_{12}$     | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{84}\text{Ni}_{12}$     |
|             |           | 260           | 26.6      |   |   |   |   | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{87.7}\text{Ni}_{12.7}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{84.5}\text{Ni}_{18.5}$ |
|             |           | 300           | 27.9      |   |   |   |   | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{88.4}\text{Ni}_{13.4}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{81}\text{Ni}_{19}$     |
|             |           | 350           | 25.7      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 400           | 27.2      |   |   |   |   |   |   |
| 117         | c)        | r. t.         | 11.0      | $(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{84}\text{Ni}_{12}$ | $(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{84}\text{Ni}_{12}$ | $\text{Fe}_{81}\text{Pt}_{1.9}\text{Ni}_{12}$     | $\text{Fe}_{81}\text{Pt}_{1.9}\text{Ni}_{12}$   | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{84}\text{Ni}_{12}$     | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{84}\text{Ni}_{12}$     |
|             |           | 260           | 25.9      |   |   |   |   | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{87.7}\text{Ni}_{12.7}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{84.5}\text{Ni}_{18.5}$ |
|             |           | 300           | 30.2      |   |   |   |   | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{88.4}\text{Ni}_{13.4}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{81}\text{Ni}_{19}$     |
|             |           | 350           | 27.2      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 400           | 29.9      |   |   |   |   |   |   |
| 118         | c)        | r. t.         | 10.1      | $(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{84}\text{Ni}_{12}$ | $(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{84}\text{Ni}_{12}$ | $\text{Fe}_{71}\text{Pt}_{1.9}\text{Ni}_{12}$     | $\text{Fe}_{71}\text{Pt}_{1.9}\text{Ni}_{12}$   | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{84}\text{Ni}_{12}$     | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{84}\text{Ni}_{12}$     |
|             |           | 260           | 23.9      |   |   |   |   | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{87.7}\text{Ni}_{12.7}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{84.5}\text{Ni}_{18.5}$ |
|             |           | 300           | 25.7      |   |   |   |   | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{88.4}\text{Ni}_{13.4}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{81}\text{Ni}_{19}$     |
|             |           | 350           | 26.8      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 400           | 29.4      |   |   |   |   |   |   |
| 119         | c)        | r. t.         | 10.1      | $(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{84}\text{Ni}_{12}$ | $(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{84}\text{Ni}_{12}$ | $\text{Fe}_{81}\text{Pt}_{1.9}\text{Ni}_{12}$     | $\text{Fe}_{81}\text{Pt}_{1.9}\text{Ni}_{12}$   | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{84}\text{Ni}_{12}$     | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{84}\text{Ni}_{12}$     |
|             |           | 260           | 24.2      |   |   |   |   | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{87.7}\text{Ni}_{12.7}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{84.5}\text{Ni}_{18.5}$ |
|             |           | 300           | 25.6      |   |   |   |   | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{88.4}\text{Ni}_{13.4}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{81}\text{Ni}_{19}$     |
|             |           | 350           | 24.9      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 400           | 27.2      |   |   |   |   |   |   |
| 120         | c)        | r. t.         | 9.9       | $(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{84}\text{Ni}_{12}$ | $(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{84}\text{Ni}_{12}$ | $\text{Fe}_{83}\text{Pt}_{0.7}\text{Ni}_{12}$     | $\text{Fe}_{83}\text{Pt}_{0.7}\text{Ni}_{12}$   | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{84}\text{Ni}_{12}$     | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{84}\text{Ni}_{12}$     |
|             |           | 260           | 19.2      |   |   |   |   | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{87.7}\text{Ni}_{12.7}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{84.5}\text{Ni}_{18.5}$ |
|             |           | 300           | 21.2      |   |   |   |   | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{88.4}\text{Ni}_{13.4}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{81}\text{Ni}_{19}$     |
|             |           | 350           | 17        |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 400           | 13.9      |   |   |   |   |   |   |

【0101】

【表21】

表7d)

| サンプル<br>No. | 条件<br>タイプ | 熱処理温度<br>(°C) | HR<br>(%) | 組成1   | 組成2   | 組成3   | 組成4   | 組成5   | 組成6   |
|-------------|-----------|---------------|-----------|---|---|---|---|---|---|
| 121         | a)        | r.t.          | 10.9      | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$ | $\text{Fe}_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$                | $\text{Fe}_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$                | $(\text{Co}_{25}\text{Fe}_{75})_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$ | $(\text{Co}_{25}\text{Fe}_{75})_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$ |
|             |           | 250           | 24.2      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 300           | 24.7      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 350           | 16.1      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 400           | 12.8      |   |   |   |   |   |   |
| 122         | a)        | r.t.          | 11.2      | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$ | $\text{Fe}_{0.1}\text{Pt}_{0.9}\text{Mn}_{0.9}$ | $\text{Fe}_{0.1}\text{Pt}_{0.9}\text{Mn}_{0.9}$ | $(\text{Co}_{25}\text{Fe}_{75})_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$ | $(\text{Co}_{25}\text{Fe}_{75})_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$ |
|             |           | 250           | 25.1      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 300           | 25.3      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 350           | 16.1      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 400           | 12.8      |   |   |   |   |   |   |
| 123         | c)        | r.t.          | 11.4      | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$ | $\text{Fe}_{0.1}\text{Pt}_{0.9}\text{Mn}_{0.9}$ | $\text{Fe}_{0.1}\text{Pt}_{0.9}\text{Mn}_{0.9}$ | $(\text{Co}_{25}\text{Fe}_{75})_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$ | $(\text{Co}_{25}\text{Fe}_{75})_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$ |
|             |           | 250           | 25.5      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 300           | 26.9      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 350           | 21.8      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 400           | 21.9      |   |   |   |   |   |   |
| 124         | a)        | r.t.          | 11.4      | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$ | $\text{Fe}_{0.1}\text{Pt}_{0.9}\text{Mn}_{0.9}$ | $\text{Fe}_{0.1}\text{Pt}_{0.9}\text{Mn}_{0.9}$ | $(\text{Co}_{25}\text{Fe}_{75})_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$ | $(\text{Co}_{25}\text{Fe}_{75})_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$ |
|             |           | 250           | 26.1      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 300           | 27.2      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 350           | 22.7      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 400           | 23.1      |   |   |   |   |   |   |
| 125         | a)        | r.t.          | 11.6      | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$ | $\text{Fe}_{0.1}\text{Pt}_{0.9}\text{Mn}_{0.9}$ | $\text{Fe}_{0.1}\text{Pt}_{0.9}\text{Mn}_{0.9}$ | $(\text{Co}_{25}\text{Fe}_{75})_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$ | $(\text{Co}_{25}\text{Fe}_{75})_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$ |
|             |           | 250           | 25.8      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 300           | 23.9      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 350           | 24.4      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 400           | 25.1      |   |   |   |   |   |   |
| 126         | a)        | r.t.          | 9.9       | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$ | $\text{Fe}_{0.1}\text{Pt}_{0.9}\text{Mn}_{0.9}$ | $\text{Fe}_{0.1}\text{Pt}_{0.9}\text{Mn}_{0.9}$ | $(\text{Co}_{25}\text{Fe}_{75})_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$ | $(\text{Co}_{25}\text{Fe}_{75})_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$ |
|             |           | 250           | 22.1      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 300           | 24.2      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 350           | 23.1      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 400           | 24        |   |   |   |   |   |   |
| 127         | a)        | r.t.          | 9.8       | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$ | $\text{Fe}_{0.1}\text{Pt}_{0.9}\text{Mn}_{0.9}$ | $\text{Fe}_{0.1}\text{Pt}_{0.9}\text{Mn}_{0.9}$ | $(\text{Co}_{25}\text{Fe}_{75})_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$ | $(\text{Co}_{25}\text{Fe}_{75})_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$ |
|             |           | 250           | 23.9      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 300           | 24.2      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 350           | 21.4      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 400           | 21.9      |   |   |   |   |   |   |
| 128         | a)        | r.t.          | 9.5       | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{90})_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$ | $\text{Fe}_{0.1}\text{Pt}_{0.9}\text{Mn}_{0.9}$ | $\text{Fe}_{0.1}\text{Pt}_{0.9}\text{Mn}_{0.9}$ | $(\text{Co}_{25}\text{Fe}_{75})_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$ | $(\text{Co}_{25}\text{Fe}_{75})_{0.1}\text{Mn}_{0.9}$ |
|             |           | 250           | 18.2      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 300           | 20.1      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 350           | 16.1      |   |   |   |   |   |   |
|             |           | 400           | 12.7      |   |   |   |   |   |   |

【0102】

【表22】

表 8a)

| 例 No. | 素子<br>(2) | 熱処理温度<br>(°C) | HR<br>(%) | 組成 1  | 組成 2  | 組成 3   | 組成 4   | 組成 5  | 組成 6  |
|-------|-----------|---------------|-----------|---|---|--|--|---|---|
| 129   | c)        | r. t.         | 10.1      | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20})_{70}\text{Ni}_{22}$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20})_{70}\text{Ni}_{22}$ | $\text{Fe}_{70}\text{Ni}_{22}$               | $\text{Fe}_{70}\text{Ni}_{22}$               | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{20})_{70}\text{Ni}_{22}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{20})_{70}\text{Ni}_{22}$ |
|       |           | 260           | 21.1      |   |   |  |  |   |   |
|       |           | 300           | 21.4      |   |   |  |  |   |   |
|       |           | 350           | 13.2      |   |   |  |  |   |   |
|       |           | 400           | 10.6      |   |   |  |  |   |   |
| 130   | c)        | r. t.         | 10.2      | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20})_{70}\text{Ni}_{22}$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20})_{70}\text{Ni}_{22}$ | $\text{Fe}_{77}\text{Pt}_{23}\text{Ni}_{22}$ | $\text{Fe}_{77}\text{Pt}_{23}\text{Ni}_{22}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{20})_{70}\text{Ni}_{22}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{20})_{70}\text{Ni}_{22}$ |
|       |           | 260           | 21.4      |   |   |  |  |   |   |
|       |           | 300           | 21.6      |   |   |  |  |   |   |
|       |           | 350           | 13        |   |   |  |  |   |   |
|       |           | 400           | 10.4      |   |   |  |  |   |   |
| 131   | c)        | r. t.         | 10.4      | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20})_{70}\text{Ni}_{22}$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20})_{70}\text{Ni}_{22}$ | $\text{Fe}_{77}\text{Pt}_{23}\text{Ni}_{22}$ | $\text{Fe}_{77}\text{Pt}_{23}\text{Ni}_{22}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{20})_{70}\text{Ni}_{22}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{20})_{70}\text{Ni}_{22}$ |
|       |           | 260           | 21.6      |   |   |  |  |   |   |
|       |           | 300           | 21.7      |   |   |  |  |   |   |
|       |           | 350           | 14.6      |   |   |  |  |   |   |
|       |           | 400           | 12.2      |   |   |  |  |   |   |
| 132   | c)        | r. t.         | 10.5      | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20})_{70}\text{Ni}_{22}$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20})_{70}\text{Ni}_{22}$ | $\text{Fe}_{70}\text{Pt}_{22}\text{Ni}_{22}$ | $\text{Fe}_{70}\text{Pt}_{22}\text{Ni}_{22}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{20})_{70}\text{Ni}_{22}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{20})_{70}\text{Ni}_{22}$ |
|       |           | 260           | 21.9      |   |   |  |  |   |   |
|       |           | 300           | 21.7      |   |   |  |  |   |   |
|       |           | 350           | 14.7      |   |   |  |  |   |   |
|       |           | 400           | 12.6      |   |   |  |  |   |   |
| 133   | c)        | r. t.         | 10.7      | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20})_{70}\text{Ni}_{22}$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20})_{70}\text{Ni}_{22}$ | $\text{Fe}_{71}\text{Pt}_{21}\text{Ni}_{22}$ | $\text{Fe}_{71}\text{Pt}_{21}\text{Ni}_{22}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{20})_{70}\text{Ni}_{22}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{20})_{70}\text{Ni}_{22}$ |
|       |           | 260           | 22.1      |   |   |  |  |   |   |
|       |           | 300           | 22.3      |   |   |  |  |   |   |
|       |           | 350           | 14.9      |   |   |  |  |   |   |
|       |           | 400           | 12.8      |   |   |  |  |   |   |
| 134   | c)        | r. t.         | 9.6       | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20})_{70}\text{Ni}_{22}$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20})_{70}\text{Ni}_{22}$ | $\text{Fe}_{68}\text{Pt}_{22}\text{Ni}_{22}$ | $\text{Fe}_{68}\text{Pt}_{22}\text{Ni}_{22}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{20})_{70}\text{Ni}_{22}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{20})_{70}\text{Ni}_{22}$ |
|       |           | 260           | 18.2      |   |   |  |  |   |   |
|       |           | 300           | 18.9      |   |   |  |  |   |   |
|       |           | 350           | 14.6      |   |   |  |  |   |   |
|       |           | 400           | 12.7      |   |   |  |  |   |   |
| 135   | c)        | r. t.         | 9.5       | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20})_{70}\text{Ni}_{22}$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20})_{70}\text{Ni}_{22}$ | $\text{Fe}_{61}\text{Pt}_{22}\text{Ni}_{22}$ | $\text{Fe}_{61}\text{Pt}_{22}\text{Ni}_{22}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{20})_{70}\text{Ni}_{22}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{20})_{70}\text{Ni}_{22}$ |
|       |           | 260           | 17.6      |   |   |  |  |   |   |
|       |           | 300           | 18.1      |   |   |  |  |   |   |
|       |           | 350           | 13.4      |   |   |  |  |   |   |
|       |           | 400           | 10.4      |   |   |  |  |   |   |
| 136   | c)        | r. t.         | 8.1       | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20})_{70}\text{Ni}_{22}$ | $(\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20})_{70}\text{Ni}_{22}$ | $\text{Fe}_{68}\text{Pt}_{22}\text{Ni}_{22}$ | $\text{Fe}_{68}\text{Pt}_{22}\text{Ni}_{22}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{20})_{70}\text{Ni}_{22}$ | $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{20})_{70}\text{Ni}_{22}$ |
|       |           | 260           | 16.2      |   |   |  |  |   |   |
|       |           | 300           | 16.9      |   |   |  |  |   |   |
|       |           | 350           | 11.3      |   |   |  |  |   |   |
|       |           | 400           | 10.7      |   |   |  |  |   |   |

【0103】

【表23】

表Bb)-1

| サンプル<br>No. | 測定<br>タイプ | 焼成温度<br>(°C) | 収率<br>(%) | 組成1                              | 組成2                              | 組成3   |
|-------------|-----------|--------------|-----------|----------------------------------|----------------------------------|---|
| 137         | d)        | r. t.        | 18.9      | $\text{Co}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $\text{Co}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $\text{Co}_{0.5}\text{Fe}_{0.5}$                        |
|             |           | 250          | 37.1      |                                  |                                  |   |
|             |           | 300          | 38.5      |                                  |                                  |   |
|             |           | 350          | 15.1      |                                  |                                  |   |
|             |           | 400          | 9.8       |                                  |                                  |   |
| 138         | d)        | r. t.        | 18.8      | $\text{Co}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $\text{Co}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{0.5}\text{Fe}_{0.5})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|             |           | 250          | 35.6      |                                  |                                  |   |
|             |           | 300          | 38.6      |                                  |                                  |   |
|             |           | 350          | 15.4      |                                  |                                  |   |
|             |           | 400          | 10.5      |                                  |                                  |   |
| 139         | d)        | r. t.        | 18.5      | $\text{Co}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $\text{Co}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{0.5}\text{Fe}_{0.5})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|             |           | 250          | 35.9      |                                  |                                  |   |
|             |           | 300          | 38.6      |                                  |                                  |   |
|             |           | 350          | 25.5      |                                  |                                  |   |
|             |           | 400          | 25.8      |                                  |                                  |   |
| 140         | d)        | r. t.        | 18.1      | $\text{Co}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $\text{Co}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{0.5}\text{Fe}_{0.5})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|             |           | 250          | 38.2      |                                  |                                  |   |
|             |           | 300          | 38.4      |                                  |                                  |   |
|             |           | 350          | 35.8      |                                  |                                  |   |
|             |           | 400          | 30.1      |                                  |                                  |   |
| 141         | d)        | r. t.        | 18.5      | $\text{Co}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $\text{Co}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{0.5}\text{Fe}_{0.5})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|             |           | 250          | 32.1      |                                  |                                  |   |
|             |           | 300          | 33.2      |                                  |                                  |   |
|             |           | 350          | 34.2      |                                  |                                  |   |
|             |           | 400          | 36.6      |                                  |                                  |   |
| 142         | d)        | r. t.        | 18.1      | $\text{Co}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $\text{Co}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{0.5}\text{Fe}_{0.5})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|             |           | 250          | 30.1      |                                  |                                  |   |
|             |           | 300          | 32.4      |                                  |                                  |   |
|             |           | 350          | 34.5      |                                  |                                  |   |
|             |           | 400          | 34.3      |                                  |                                  |   |
| 143         | d)        | r. t.        | 15.2      | $\text{Co}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $\text{Co}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{0.5}\text{Fe}_{0.5})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|             |           | 250          | 25.7      |                                  |                                  |   |
|             |           | 300          | 28.6      |                                  |                                  |   |
|             |           | 350          | 30.8      |                                  |                                  |   |
|             |           | 400          | 29.8      |                                  |                                  |   |
| 144         | d)        | r. t.        | 10.3      | $\text{Co}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $\text{Co}_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_{0.5}\text{Fe}_{0.5})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|             |           | 250          | 22.1      |                                  |                                  |   |
|             |           | 300          | 23.5      |                                  |                                  |   |
|             |           | 350          | 16.1      |                                  |                                  |   |
|             |           | 400          | 11.2      |                                  |                                  |   |

【0104】

【表24】

10

20



表 8b)-2

| サンプル<br>No. | 測定<br>方法 | 測定<br>温度<br>(°C) | MR<br>(%) | 組成 4   | 組成 5                           | 組成 6   | 組成 7   | 組成 8                           | 組成 9                           |
|-------------|----------|------------------|-----------|--|--------------------------------|--|--|--------------------------------|--------------------------------|
| 137         | d)       | r. t.            | 18.9      | $\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25}$                         | $\text{Ni}_{50}\text{Fe}_{50}$ | $\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25}$                         | $\text{Co}_{25}\text{Fe}_{75}$                         | $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$ | $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$ |
|             |          | 250              | 37.1      |  |                                |  |  |                                |                                |
|             |          | 300              | 38.5      |  |                                |  |  |                                |                                |
|             |          | 350              | 15.1      |  |                                |  |  |                                |                                |
| 138         | d)       | 400              | 9.9       | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{98.7}\text{Rh}_{1.3}$ | $\text{Ni}_{50}\text{Fe}_{50}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{98.7}\text{Rh}_{1.3}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{98.7}\text{Rh}_{1.3}$ | $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$ | $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$ |
|             |          | r. t.            | 18.6      |  |                                |  |  |                                |                                |
|             |          | 250              | 35.6      |  |                                |  |  |                                |                                |
|             |          | 300              | 38.6      |  |                                |  |  |                                |                                |
| 139         | d)       | 350              | 15.4      | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{98.7}\text{Rh}_{1.3}$ | $\text{Ni}_{50}\text{Fe}_{50}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{98.7}\text{Rh}_{1.3}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{98.7}\text{Rh}_{1.3}$ | $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$ | $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$ |
|             |          | 400              | 10.5      |  |                                |  |  |                                |                                |
|             |          | r. t.            | 18.5      |  |                                |  |  |                                |                                |
|             |          | 250              | 35.9      |  |                                |  |  |                                |                                |
| 140         | d)       | 300              | 38.6      | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{98.7}\text{Rh}_{1.3}$ | $\text{Ni}_{50}\text{Fe}_{50}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{98.7}\text{Rh}_{1.3}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{98.7}\text{Rh}_{1.3}$ | $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$ | $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$ |
|             |          | 350              | 26.5      |  |                                |  |  |                                |                                |
|             |          | 400              | 25.9      |  |                                |  |  |                                |                                |
|             |          | r. t.            | 19.1      | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{98.7}\text{Rh}_{1.3}$ | $\text{Ni}_{50}\text{Fe}_{50}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{98.7}\text{Rh}_{1.3}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{98.7}\text{Rh}_{1.3}$ | $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$ | $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$ |
| 141         | d)       | 250              | 36.2      |  |                                |  |  |                                |                                |
|             |          | 300              | 36.4      |  |                                |  |  |                                |                                |
|             |          | 350              | 35.6      |  |                                |  |  |                                |                                |
|             |          | 400              | 30.1      |  |                                |  |  |                                |                                |
| 142         | d)       | r. t.            | 16.5      | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{98.7}\text{Rh}_{1.3}$ | $\text{Ni}_{50}\text{Fe}_{50}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{98.7}\text{Rh}_{1.3}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{98.7}\text{Rh}_{1.3}$ | $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$ | $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$ |
|             |          | 250              | 32.1      |  |                                |  |  |                                |                                |
|             |          | 300              | 33.2      |  |                                |  |  |                                |                                |
|             |          | 350              | 34.2      |  |                                |  |  |                                |                                |
| 143         | d)       | 400              | 36.6      | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{98.7}\text{Rh}_{1.3}$ | $\text{Ni}_{50}\text{Fe}_{50}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{98.7}\text{Rh}_{1.3}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{98.7}\text{Rh}_{1.3}$ | $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$ | $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$ |
|             |          | r. t.            | 16.1      |  |                                |  |  |                                |                                |
|             |          | 250              | 30.1      |  |                                |  |  |                                |                                |
|             |          | 300              | 32.4      |  |                                |  |  |                                |                                |
| 144         | d)       | 350              | 34.5      | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{98.7}\text{Rh}_{1.3}$ | $\text{Ni}_{50}\text{Fe}_{50}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{98.7}\text{Rh}_{1.3}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{98.7}\text{Rh}_{1.3}$ | $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$ | $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$ |
|             |          | 400              | 34.3      |  |                                |  |  |                                |                                |
|             |          | r. t.            | 15.2      |  |                                |  |  |                                |                                |
|             |          | 250              | 25.7      |  |                                |  |  |                                |                                |
| 145         | d)       | 300              | 26.6      | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{98.7}\text{Rh}_{1.3}$ | $\text{Ni}_{50}\text{Fe}_{50}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{98.7}\text{Rh}_{1.3}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{98.7}\text{Rh}_{1.3}$ | $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$ | $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$ |
|             |          | 350              | 30.3      |  |                                |  |  |                                |                                |
|             |          | 400              | 29.8      |  |                                |  |  |                                |                                |
|             |          | r. t.            | 10.3      | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{98.7}\text{Rh}_{1.3}$ | $\text{Ni}_{50}\text{Fe}_{50}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{98.7}\text{Rh}_{1.3}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{98.7}\text{Rh}_{1.3}$ | $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$ | $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$ |
| 146         | d)       | 250              | 22.1      |  |                                |  |  |                                |                                |
|             |          | 300              | 23.5      |  |                                |  |  |                                |                                |
|             |          | 350              | 16.1      |  |                                |  |  |                                |                                |
|             |          | 400              | 11.2      |  |                                |  |  |                                |                                |

【0105】

【表25】

表 86)-1

| 試料 No. | 測定方法 | 加熱温度 (°C) | 収率 (%) | 組成 1   | 組成 2   | 組成 3   |
|--------|------|-----------|--------|--|--|--|
| 145    | d)   | r. t.     | 16.1   | $\text{Co}_2\text{Fe}_{10}$                        | $\text{Co}_2\text{Fe}_{10}$                        | $\text{Co}_2\text{Fe}_{10}$                        |
|        |      | 260       | 32.1   |  |  |  |
|        |      | 300       | 34.1   |  |  |  |
|        |      | 350       | 10.1   |  |  |  |
| 146    | d)   | 400       | 8.5    | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|        |      | r. t.     | 15.3   |  |  | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|        |      | 260       | 32.4   |  |  | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|        |      | 300       | 34.3   |  |  | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
| 147    | d)   | 350       | 11.1   | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|        |      | 400       | 9.5    |  |  | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|        |      | r. t.     | 15.5   |  |  | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|        |      | 260       | 33.1   |  |  | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
| 148    | d)   | 300       | 35.2   | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|        |      | 350       | 28.4   |  |  | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|        |      | 400       | 24.6   |  |  | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|        |      | r. t.     | 16.3   |  |  | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
| 149    | d)   | 260       | 35.2   | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|        |      | 300       | 38.7   |  |  | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|        |      | 350       | 32.8   |  |  | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|        |      | 400       | 29.9   |  |  | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
| 150    | d)   | r. t.     | 17.5   | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|        |      | 260       | 39.2   |  |  | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|        |      | 300       | 42.4   |  |  | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|        |      | 350       | 42.8   |  |  | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
| 151    | d)   | 400       | 38.1   | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|        |      | r. t.     | 16.9   |  |  | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|        |      | 260       | 37.8   |  |  | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|        |      | 300       | 38.2   |  |  | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
| 152    | d)   | 350       | 38.1   | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|        |      | 400       | 37.9   |  |  | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|        |      | r. t.     | 15.2   |  |  | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|        |      | 260       | 34.3   |  |  | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
| 153    | d)   | 300       | 34.5   | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|        |      | 350       | 33.6   |  |  | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|        |      | 400       | 33.1   |  |  | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|        |      | r. t.     | 13.2   |  |  | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
| 154    | d)   | 260       | 25.9   | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|        |      | 300       | 25.3   |  |  | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|        |      | 350       | 14.2   |  |  | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |
|        |      | 400       | 12.5   |  |  | $(\text{Co}_2\text{Fe}_{10})_{0.5}\text{Pt}_{0.5}$ |

[0106]

[表 26]

表8c)-2

| 試料 No. | 系子<br>d) | 熱処理温度<br>(°C) | 硬<br>(%) | 組成4  | 組成5                            | 組成6  | 組成7  | 組成8  | 組成9  |
|--------|----------|---------------|----------|--|--------------------------------|--|--|--|--|
| 145    | d)       | r. t.         | 15.1     | $\text{Fe}_{20}\text{Ni}_{80}$                         | $\text{Ni}_{20}\text{Fe}_{80}$ | $\text{Fe}_{20}\text{Ni}_{80}$                         | $\text{Co}_{20}\text{Fe}_{80}$                         | $\text{Co}_{20}\text{Fe}_{80}$                         | $\text{Co}_{20}\text{Fe}_{80}$                         |
|        |          | 260           | 32.1     |  |                                |  |  |  |  |
|        |          | 300           | 34.1     |  |                                |  |  |  |  |
|        |          | 350           | 10.1     |  |                                |  |  |  |  |
|        |          | 400           | 8.5      |  |                                |  |  |  |  |
| 146    | d)       | r. t.         | 15.3     | $(\text{Fe}_{20}\text{Ni}_{80})_{99.9}\text{Ir}_{0.1}$ | $\text{Ni}_{20}\text{Fe}_{80}$ | $(\text{Fe}_{20}\text{Ni}_{80})_{99.9}\text{Ir}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{20}\text{Fe}_{80})_{99.9}\text{Ni}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{20}\text{Fe}_{80})_{99.9}\text{Pt}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{20}\text{Fe}_{80})_{99.9}\text{Pt}_{0.1}$ |
|        |          | 260           | 32.4     |  |                                |  |  |  |  |
|        |          | 300           | 34.3     |  |                                |  |  |  |  |
|        |          | 350           | 11.1     |  |                                |  |  |  |  |
|        |          | 400           | 8.5      |  |                                |  |  |  |  |
| 147    | d)       | r. t.         | 15.5     | $(\text{Fe}_{20}\text{Ni}_{80})_{99.9}\text{Ir}_{0.1}$ | $\text{Ni}_{20}\text{Fe}_{80}$ | $(\text{Fe}_{20}\text{Ni}_{80})_{99.9}\text{Ir}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{20}\text{Fe}_{80})_{99.9}\text{Ni}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{20}\text{Fe}_{80})_{99.9}\text{Pt}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{20}\text{Fe}_{80})_{99.9}\text{Pt}_{0.1}$ |
|        |          | 260           | 33.1     |  |                                |  |  |  |  |
|        |          | 300           | 35.2     |  |                                |  |  |  |  |
|        |          | 350           | 28.4     |  |                                |  |  |  |  |
|        |          | 400           | 24.6     |  |                                |  |  |  |  |
| 148    | d)       | r. t.         | 16.3     | $(\text{Fe}_{20}\text{Ni}_{80})_{99.9}\text{Ir}_{0.1}$ | $\text{Ni}_{20}\text{Fe}_{80}$ | $(\text{Fe}_{20}\text{Ni}_{80})_{99.9}\text{Ir}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{20}\text{Fe}_{80})_{99.9}\text{Ni}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{20}\text{Fe}_{80})_{99.9}\text{Pt}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{20}\text{Fe}_{80})_{99.9}\text{Pt}_{0.1}$ |
|        |          | 260           | 35.2     |  |                                |  |  |  |  |
|        |          | 300           | 38.7     |  |                                |  |  |  |  |
|        |          | 350           | 32.8     |  |                                |  |  |  |  |
|        |          | 400           | 28.9     |  |                                |  |  |  |  |
| 149    | d)       | r. t.         | 17.5     | $(\text{Fe}_{20}\text{Ni}_{80})_{99.9}\text{Ir}_{0.1}$ | $\text{Ni}_{20}\text{Fe}_{80}$ | $(\text{Fe}_{20}\text{Ni}_{80})_{99.9}\text{Ir}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{20}\text{Fe}_{80})_{99.9}\text{Ni}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{20}\text{Fe}_{80})_{99.9}\text{Pt}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{20}\text{Fe}_{80})_{99.9}\text{Pt}_{0.1}$ |
|        |          | 260           | 39.2     |  |                                |  |  |  |  |
|        |          | 300           | 42.4     |  |                                |  |  |  |  |
|        |          | 350           | 42.6     |  |                                |  |  |  |  |
|        |          | 400           | 38.1     |  |                                |  |  |  |  |
| 150    | d)       | r. t.         | 15.9     | $(\text{Fe}_{20}\text{Ni}_{80})_{99.9}\text{Ir}_{0.1}$ | $\text{Ni}_{20}\text{Fe}_{80}$ | $(\text{Fe}_{20}\text{Ni}_{80})_{99.9}\text{Ir}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{20}\text{Fe}_{80})_{99.9}\text{Ni}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{20}\text{Fe}_{80})_{99.9}\text{Pt}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{20}\text{Fe}_{80})_{99.9}\text{Pt}_{0.1}$ |
|        |          | 260           | 37.8     |  |                                |  |  |  |  |
|        |          | 300           | 38.2     |  |                                |  |  |  |  |
|        |          | 350           | 38.1     |  |                                |  |  |  |  |
|        |          | 400           | 37.9     |  |                                |  |  |  |  |
| 151    | d)       | r. t.         | 15.2     | $(\text{Fe}_{20}\text{Ni}_{80})_{99.9}\text{Ir}_{0.1}$ | $\text{Ni}_{20}\text{Fe}_{80}$ | $(\text{Fe}_{20}\text{Ni}_{80})_{99.9}\text{Ir}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{20}\text{Fe}_{80})_{99.9}\text{Ni}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{20}\text{Fe}_{80})_{99.9}\text{Pt}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{20}\text{Fe}_{80})_{99.9}\text{Pt}_{0.1}$ |
|        |          | 260           | 34.3     |  |                                |  |  |  |  |
|        |          | 300           | 34.5     |  |                                |  |  |  |  |
|        |          | 350           | 33.6     |  |                                |  |  |  |  |
|        |          | 400           | 33.1     |  |                                |  |  |  |  |
| 152    | d)       | r. t.         | 13.2     | $(\text{Fe}_{20}\text{Ni}_{80})_{99.9}\text{Ir}_{0.1}$ | $\text{Ni}_{20}\text{Fe}_{80}$ | $(\text{Fe}_{20}\text{Ni}_{80})_{99.9}\text{Ir}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{20}\text{Fe}_{80})_{99.9}\text{Ni}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{20}\text{Fe}_{80})_{99.9}\text{Pt}_{0.1}$ | $(\text{Co}_{20}\text{Fe}_{80})_{99.9}\text{Pt}_{0.1}$ |
|        |          | 260           | 25.9     |  |                                |  |  |  |  |
|        |          | 300           | 28.3     |  |                                |  |  |  |  |
|        |          | 350           | 14.2     |  |                                |  |  |  |  |
|        |          | 400           | 12.5     |  |                                |  |  |  |  |

【0107】

【表27】

表80-1

| サンプルNo. | 素子タイプ | 熱処理温度(°C) | ER (%) | 組成1                               | 組成2                               | 組成3   |
|---------|-------|-----------|--------|-----------------------------------|-----------------------------------|---|
| 153     | a)    | r. t.     | 17.2   | Co <sub>50</sub> Fe <sub>50</sub> | Ni <sub>50</sub> Fe <sub>50</sub> | Ni <sub>50</sub> Fe <sub>50</sub>                                   |
|         |       | 260       | 30.4   |                                   |                                   |   |
|         |       | 300       | 31.3   |                                   |                                   |   |
|         |       | 350       | 16.7   |                                   |                                   |   |
|         |       | 400       | 12.2   |                                   |                                   |   |
| 154     | a)    | r. t.     | 17.9   | Co <sub>50</sub> Fe <sub>50</sub> | Ni <sub>50</sub> Fe <sub>50</sub> | (Ni <sub>50</sub> Fe <sub>50</sub> ) <sub>80</sub> Pt <sub>20</sub> |
|         |       | 260       | 30.6   |                                   |                                   |   |
|         |       | 300       | 31.1   |                                   |                                   |   |
|         |       | 350       | 16.5   |                                   |                                   |   |
|         |       | 400       | 13.1   |                                   |                                   |   |
| 155     | a)    | r. t.     | 17.5   | Co <sub>50</sub> Fe <sub>50</sub> | Ni <sub>50</sub> Fe <sub>50</sub> | (Ni <sub>50</sub> Fe <sub>50</sub> ) <sub>80</sub> Pt <sub>20</sub> |
|         |       | 260       | 31.2   |                                   |                                   |   |
|         |       | 300       | 32.4   |                                   |                                   |   |
|         |       | 350       | 27.6   |                                   |                                   |   |
|         |       | 400       | 25.8   |                                   |                                   |   |
| 156     | a)    | r. t.     | 18.2   | Co <sub>50</sub> Fe <sub>50</sub> | Ni <sub>50</sub> Fe <sub>50</sub> | (Ni <sub>50</sub> Fe <sub>50</sub> ) <sub>80</sub> Pt <sub>20</sub> |
|         |       | 260       | 32.9   |                                   |                                   |   |
|         |       | 300       | 33.4   |                                   |                                   |   |
|         |       | 350       | 31.3   |                                   |                                   |   |
|         |       | 400       | 31.1   |                                   |                                   |   |
| 157     | a)    | r. t.     | 17.9   | Co <sub>50</sub> Fe <sub>50</sub> | Ni <sub>50</sub> Fe <sub>50</sub> | (Ni <sub>50</sub> Fe <sub>50</sub> ) <sub>80</sub> Pt <sub>20</sub> |
|         |       | 260       | 30.6   |                                   |                                   |   |
|         |       | 300       | 31.1   |                                   |                                   |   |
|         |       | 350       | 32.2   |                                   |                                   |   |
|         |       | 400       | 32.7   |                                   |                                   |   |
| 158     | a)    | r. t.     | 17.5   | Co <sub>50</sub> Fe <sub>50</sub> | Ni <sub>50</sub> Fe <sub>50</sub> | (Ni <sub>50</sub> Fe <sub>50</sub> ) <sub>70</sub> Pt <sub>30</sub> |
|         |       | 260       | 29.3   |                                   |                                   |   |
|         |       | 300       | 29.7   |                                   |                                   |   |
|         |       | 350       | 31.3   |                                   |                                   |   |
|         |       | 400       | 31.5   |                                   |                                   |   |
| 159     | a)    | r. t.     | 15.6   | Co <sub>50</sub> Fe <sub>50</sub> | Ni <sub>50</sub> Fe <sub>50</sub> | (Ni <sub>50</sub> Fe <sub>50</sub> ) <sub>60</sub> Pt <sub>40</sub> |
|         |       | 260       | 25.4   |                                   |                                   |   |
|         |       | 300       | 26     |                                   |                                   |   |
|         |       | 350       | 27.9   |                                   |                                   |   |
|         |       | 400       | 26.1   |                                   |                                   |   |
| 160     | a)    | r. t.     | 12.1   | Co <sub>50</sub> Fe <sub>50</sub> | Ni <sub>50</sub> Fe <sub>50</sub> | (Ni <sub>50</sub> Fe <sub>50</sub> ) <sub>50</sub> Pt <sub>50</sub> |
|         |       | 260       | 20.4   |                                   |                                   |   |
|         |       | 300       | 21.7   |                                   |                                   |   |
|         |       | 350       | 17.2   |                                   |                                   |   |
|         |       | 400       | 13.5   |                                   |                                   |   |

【0108】

【表28】

表8d)-2

| サンプル<br>No. | 素子<br>917 | 熱処理温度<br>(°C) | MR<br>(%) | 組成4                            | 組成5                            | 組成6                            | 組成7  | 組成8                            | 組成9                            |
|-------------|-----------|---------------|-----------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--|--------------------------------|--------------------------------|
| 153         | c)        | r. t.         | 17.2      | $\text{Ni}_{50}\text{Fe}_{50}$ | $\text{Ni}_{50}\text{Fe}_{50}$ | $\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25}$ | $\text{Co}_{75}\text{Pt}_{25}$   | $\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25}$ | $\text{Co}_{50}\text{Pd}_{50}$ |
|             |           | 260           | 30.4      |                                |                                |                                |  |                                |                                |
|             |           | 300           | 31.3      |                                |                                |                                |  |                                |                                |
|             |           | 350           | 18.7      |                                |                                |                                |  |                                |                                |
|             |           | 400           | 12.2      |                                |                                |                                |  |                                |                                |
| 154         | c)        | r. t.         | 17.3      | $\text{Ni}_{50}\text{Fe}_{50}$ | $\text{Ni}_{50}\text{Fe}_{50}$ | $\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{90}\text{Pt}_{10}, 1\text{Mn}_{0.5}\text{Cr}_{0.5}$ | $\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25}$ | $\text{Co}_{50}\text{Pd}_{50}$ |
|             |           | 260           | 30.6      |                                |                                |                                |  |                                |                                |
|             |           | 300           | 31.1      |                                |                                |                                |  |                                |                                |
|             |           | 350           | 18.5      |                                |                                |                                |  |                                |                                |
|             |           | 400           | 13.1      |                                |                                |                                |  |                                |                                |
| 155         | c)        | r. t.         | 17.5      | $\text{Ni}_{50}\text{Fe}_{50}$ | $\text{Ni}_{50}\text{Fe}_{50}$ | $\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{90}\text{Pt}_{10}, 2\text{Mn}_{0.5}\text{Cr}_{0.5}$ | $\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25}$ | $\text{Co}_{50}\text{Pd}_{50}$ |
|             |           | 260           | 31.2      |                                |                                |                                |  |                                |                                |
|             |           | 300           | 32.4      |                                |                                |                                |  |                                |                                |
|             |           | 350           | 27.8      |                                |                                |                                |  |                                |                                |
|             |           | 400           | 25.8      |                                |                                |                                |  |                                |                                |
| 156         | c)        | r. t.         | 18.2      | $\text{Ni}_{50}\text{Fe}_{50}$ | $\text{Ni}_{50}\text{Fe}_{50}$ | $\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{90}\text{Pt}_{10}, 3\text{Mn}_{0.5}\text{Cr}_{0.5}$ | $\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25}$ | $\text{Co}_{50}\text{Pd}_{50}$ |
|             |           | 260           | 32.9      |                                |                                |                                |  |                                |                                |
|             |           | 300           | 33.4      |                                |                                |                                |  |                                |                                |
|             |           | 350           | 31.3      |                                |                                |                                |  |                                |                                |
|             |           | 400           | 31.1      |                                |                                |                                |  |                                |                                |
| 157         | c)        | r. t.         | 17.9      | $\text{Ni}_{50}\text{Fe}_{50}$ | $\text{Ni}_{50}\text{Fe}_{50}$ | $\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{90}\text{Pt}_{10}, 4\text{Mn}_{0.5}\text{Cr}_{0.5}$ | $\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25}$ | $\text{Co}_{50}\text{Pd}_{50}$ |
|             |           | 260           | 30.5      |                                |                                |                                |  |                                |                                |
|             |           | 300           | 31.1      |                                |                                |                                |  |                                |                                |
|             |           | 350           | 32.2      |                                |                                |                                |  |                                |                                |
|             |           | 400           | 32.7      |                                |                                |                                |  |                                |                                |
| 158         | c)        | r. t.         | 17.5      | $\text{Ni}_{50}\text{Fe}_{50}$ | $\text{Ni}_{50}\text{Fe}_{50}$ | $\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{90}\text{Pt}_{10}, 5\text{Mn}_{0.5}\text{Cr}_{0.5}$ | $\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25}$ | $\text{Co}_{50}\text{Pd}_{50}$ |
|             |           | 260           | 29.3      |                                |                                |                                |  |                                |                                |
|             |           | 300           | 29.7      |                                |                                |                                |  |                                |                                |
|             |           | 350           | 31.3      |                                |                                |                                |  |                                |                                |
|             |           | 400           | 31.5      |                                |                                |                                |  |                                |                                |
| 159         | c)        | r. t.         | 15.6      | $\text{Ni}_{50}\text{Fe}_{50}$ | $\text{Ni}_{50}\text{Fe}_{50}$ | $\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{90}\text{Pt}_{10}, 6\text{Mn}_{0.5}\text{Cr}_{0.5}$ | $\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25}$ | $\text{Co}_{50}\text{Pd}_{50}$ |
|             |           | 260           | 25.4      |                                |                                |                                |  |                                |                                |
|             |           | 300           | 26        |                                |                                |                                |  |                                |                                |
|             |           | 350           | 27.9      |                                |                                |                                |  |                                |                                |
|             |           | 400           | 26.1      |                                |                                |                                |  |                                |                                |
| 160         | c)        | r. t.         | 12.1      | $\text{Ni}_{50}\text{Fe}_{50}$ | $\text{Ni}_{50}\text{Fe}_{50}$ | $\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25}$ | $(\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25})_{90}\text{Pt}_{10}, 7\text{Mn}_{0.5}\text{Cr}_{0.5}$ | $\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25}$ | $\text{Co}_{50}\text{Pd}_{50}$ |
|             |           | 260           | 20.4      |                                |                                |                                |  |                                |                                |
|             |           | 300           | 21.7      |                                |                                |                                |  |                                |                                |
|             |           | 350           | 17.2      |                                |                                |                                |  |                                |                                |
|             |           | 400           | 13.5      |                                |                                |                                |  |                                |                                |

【0109】表5a)に示したサンプルには、非磁性層の界面近傍にReを添加した。表5a)によると、Reの濃度は、3～30at%が好ましい。しかし、ここでは、Mnの拡散は抑制されていない。この原因の一つは、反強磁性層との界面付近にReが添加されていないためである。Reに代えて、Ru、Os、Rh、Ir、Pd、Pt、Cu、Au等を用いても同様の傾向が得られた。また、強磁性層を上記で述べた組成に変えても同様の傾向が得られた。

【0110】表5b)に示したサンプルでは、非磁性層の両側に別の元素が添加されている。この場合にも同様の効果が得られた。表5b)のRuを、Tc、Re、Rh、Ir、Pd、Pt、Ag、Auに、OsをTc、Re、Rh、Ir、Pd、Pt、Cu、Auにそれぞれ変えても、同様の効果が得られた。ここでも、強磁性層を上記で述べた組成に変えたが、やはり同様の傾向が得られた。

【0111】表5c)に示したサンプルでは、非磁性層の界面の一方にのみPt、Cuが添加されている。この場合にも同様の傾向が得られた。表の(Pt、Cu)を、Tc、Re、Rh、Ir、Pd、Pt、Ag、Au、(Ru、Ir)、(Pt、Pd)、(Pt、A

u)、(Ir、Rh)、(Ru、Pd)、(Tc、Re、Ag)、(Ru、Os、Ir)、(Rh、Ir、Pt)、(Pd、Pt、Cu)、(Cu、Ag、Au)、(Re、Ru、Os)、(Ru、Rh、Pd)、(Ir、Pt、Cu)、(Re、Ir、Ag)に変えても同様の傾向が得られた。強磁性層を上記で述べた組成に変えたが、ここでも同様の傾向が得られた。

【0112】表5d)～表8a)にMnとPtを添加したときの結果を示す。表5d)はMn添加0at%に対応する。表6a)～表8a)は、Mnを0、2、0、5、1、2、5、8、12、19、22at%添加したときにPtの添加量を変化させたときの結果を示したものである。

【0113】Ptが少ない領域では反強磁性層からの拡散によるMnが界面にわずかに存在するが、Pt添加により拡散が制御されていることが確認できる。

【0114】表8b)～d)には、複数の非磁性層を有する素子についての測定結果が示されている。非磁性層によるバリアが複数存在する場合にも、少なくとも一つの非磁性層の界面近傍の組成を制御することにより、熱処理後のMR特性を改善できる。

【0115】表9a)に、MnおよびPtを含むサン

ルにおける350℃および400℃での熱処理後のMR変化率を、MnおよびPtにおける添加量が0であるサンプル（サンプル57）に対する比率としてまとめた。

【0116】ただし、表9a)において、Pt量および(Pt+Mn)量は、熱処理前のサンプルにおける「組成4」における各量である。

【0117】表9b)に、各Mn添加量においてPt添加量が0であるサンプルのMR変化率に対する各サンプルのMR変化率の比率を示す。

【0118】Ptの添加量が0.3~60at%、Mnの添加量が20at%以下の範囲、特にMn<Ptの範囲で、良い特性が得られた。Mnが8~5at%以下の領域で、Mn<Ptでは、Mnとの同時添加によって、Pt単独添加より特性が向上している可能性があるのがみとれる。Mnに代えて、Crや(Mn、Cr)を1:0.01~1:100の比率で添加した素子においても、同様の傾向が得られた。また、Ptに代えて、表4a)~表5c)で用いた元素を添加しても同様の傾向が得られた。また、表4で用いた強磁性層を用いても、同様の傾向が得られた。

【0119】表4a)~表9b)には示していないが、さらにサンプル間の組成を有するいくつかの素子も作製した。これらの素子についても、同様の傾向が見られた。

【0120】表4a)~表9b)では400℃までの熱処理の結果を示したが、いくつかのサンプルについては、400℃~540℃の範囲において10℃刻みで熱処理を行い、MR特性を測定した。その結果、Pt等の添加元素M<sup>1</sup>の含有量を0.3~60at%とした素子からは、450℃までの熱処理後において、無添加の素子と比較して優れたMR特性が得られた。特に添加量を3~30at%とすると、500℃までの範囲で、無添加の素子と比較して優れたMR特性が得られた。

【0121】M<sup>1</sup>とともにMn、Cr（添加元素M<sup>1</sup>）を同時に添加した素子でも、同様の測定を行った。その結果、M<sup>1</sup>の含有量が0.3~60at%であってM<sup>1</sup><M<sup>2</sup>とした素子からは、450℃までの熱処理後において、相対的に優れたMR特性が得られた。また、M<sup>1</sup>の含有量が3~30at%、M<sup>2</sup>の含有量が8at%未満、M<sup>2</sup><M<sup>1</sup>とした素子からは、無添加の素子と比較して、500℃までの熱処理後において、相対的に優れたMR特性が得られた。

【0122】なお、以上では、非磁性層に自然酸化によるAlO<sub>x</sub>を用いた結果を示したが、非磁性層を、プラズマ酸化によるAlO、イオンラジカル酸化によるAlO、反応性蒸着によるAlO、自然窒化によるAlN、プラズマ窒化によるAlN、反応性蒸着によるAlN、プラズマ窒化または反応性蒸着によるBN、熱酸化、プラズマ酸化またはイオンラジカル酸化によるTaO、熱酸化、自然酸化またはプラズマ酸化によるAlSiO、

自然酸化、プラズマ酸化または反応性スパッタによるAlONとした場合においても、同様の傾向が得られた。

【0123】また、反強磁性層として、PdPtMnに代えて、FeMn、NiMn、IrMn、PtMn、RhMn、CrMnPt、CrAl、CrRu、CrRh、CrOs、CrIr、CrPt、TbCoを用いた場合にも、同様の傾向が得られた。

【0124】また、非磁性金属として、Ru（膜厚0.7~0.9nm）に代えて、Rh（0.4~1.9nm）、Ir（0.3~1.4nm）、Cr（0.9~1.4nm）を用いた場合にも、同様の傾向が得られた。

【0125】また、素子構造についても、図示した各形態について、基本的には、同様の傾向が得られた。

【0126】（実施例3）本実施例でも、実施例1、2と同様の成膜法及び加工法を用いて磁気抵抗素子を作製した。組成の測定方法は、実施例2と同様とした。

【0127】非磁性層としては、純酸素と高純度窒素との1:1混合ガスをチャンバー内に導入してAl膜を酸化してAlON膜（膜厚1.0~2nm）を作製した。非磁性金属膜としては、Rh（1.4~1.9nm）を用いた。反強磁性層としては、PtMn（20~30nm）を用いた。

【0128】素子構造及び強磁性層は、表5d)~表8a)に示したサンプルと同様とした。ただし、本実施例では、PtおよびMnに加え、TaおよびNの添加効果を測定した。

【0129】実施例2と同様、540℃までの熱処理後の特性を調べたが、ここでは特徴的な350℃と400℃の測定結果を示す。本実施例では、磁気特性として自由層の保磁力を測定した。それぞれの界面の添加組成に対する自由層の保磁力を、表10~22に示す。

【0130】表中、保磁力を記載していないものは磁気特性を測定できなかった。軟磁気特性はTa、Nの添加により向上した。しかし、非磁性添加物が約70at%以上となると磁気特性が測定できなかった。

【0131】表10、11、12、15、16、19、20のサンプルでは、熱処理後のMR特性は、Ta、Nを添加しない素子と比較して、±10%以内となった。これに対し、表13、17、21のサンプルでは10~20%程度MR特性が劣化し、表14、18、22のサンプルでは50~60%程度MR特性が劣化した。

【0132】なお、Taに代えて、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Mo、W、Al、Si、Ga、Ge、In、Snを用いても同様の傾向が得られた。また、Nに代えて、B、C、Oを用いても同様の傾向が得られた。

【0133】（実施例4）本実施例でも、実施例1、2と同様の成膜法及び加工法を用いて磁気抵抗素子を作製した。組成の測定方法は、実施例2と同様とした。

【0134】非磁性層としては、Oのイオンラジカル源でAl膜を酸化して作製したAlO<sub>x</sub>（膜厚1.0～2nm）を用いた。非磁性金属層としては、Ir（1.2～1.4nm）を用いた。反強磁性層としては、NiMn（30～40nm）を用いた。

【0135】素子構造及び強磁性層は、表4～表8に示したサンプルと同様とした。ただし、本実施例では、Pt、Pr、Auを添加し、それぞれの熱処理後のMR特性と、固溶状態が安定かを調べた。

【0136】固溶状態の判定のために、まず、350℃、400℃、450℃、500℃の各温度で熱処理した素子における非磁性層の界面の組成を、AESデプスプロファイル、SIMS、ミリング後のXPS分析等を用いて決定した。次いで、該当する組成の合金サンプルを別途作製し、350℃、400℃、450℃、500℃で24時間減圧雰囲気（10<sup>-5</sup>Pa）で熱処理した。この合金サンプルの表面を化学エッチングした後、金属顕微鏡による組織観察を行った。また、エッチングの後、さらに減圧雰囲気中でイオンミリングし、走査型電子顕微鏡（SEM）による組織観察と、EDXによる面内組成分析を行った。そして、これらの測定結果から、単一の相状態になっているかを評価した。

【0137】熱処理温度および組成において対応する合金サンプルについて、組成分布および複数の相が観察された場合、その合金サンプルに対応する素子の熱処理後のMR特性は、M<sup>1</sup>等を添加しない素子と比較して、3

0～100%程度向上した。一方、合金サンプルが単相状態を示した場合、その合金サンプルに対応する素子の熱処理後のMR特性は、添加元素がない素子と比較して、80～200%程度向上した。また、単相状態が安定な合金に対応する素子において、熱処理後のMR特性はより良好となった。

【0138】（実施例5）実施例2の表4d）、5a）、5b）、5c）、5d）のサンプルにおいて、熱処理後に観察されたMnの拡散効果を、反強磁性層／強磁性層の界面と強磁性層／非磁性層の界面との距離と、熱処理温度とを適宜変更することにより制御した。ただし、熱処理温度は300℃以上とした。この制御は、熱処理後に非磁性層の界面におけるMnを20～0.5at%の範囲とすることを目標に行った。その結果、上記距離が3nm未満では、Pt等の元素を添加しても、熱処理後には磁性元素（Fe、Co、Ni）の含有量が40at%以下となり、その結果、MR特性も著しく劣化した。一方、上記距離が50nmを上回る場合には、界面におけるMnの含有量を0.5at%増加させるためだけにでも400℃以上の温度を要した。また、上記距離が長すぎるため、反強磁性層による強磁性層の磁化方向の固定効果が十分に得られず、熱処理後のMR特性が著しく劣化した。

【0139】

【表29】



表8a)

|          |     | Mn量    | 1   | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
|----------|-----|--------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| 表<br>5d) | 0   | Pt量    | 0   | 0.2  | 0.3  | 3    | 15   | 29   | 59   | 62   |
|          |     | Pt+Mn量 | 0   | 0.2  | 0.3  | 3    | 15   | 29   | 59   | 62   |
|          |     | 350℃   | 1   | 1.02 | 1.44 | 1.82 | 1.81 | 1.64 | 1.48 | 0.98 |
|          |     | 400℃   | 1   | 1.02 | 1.92 | 1.99 | 2.45 | 2.21 | 1.85 | 1.05 |
| 表<br>6a) | 0.2 | Pt量    | 0   | 0.2  | 0.3  | 2.8  | 14.8 | 28.6 | 58.8 | 61.8 |
|          |     | Pt+Mn量 | 0.2 | 0.4  | 0.5  | 3    | 15   | 29   | 59   | 62   |
|          |     | 350℃   | 1   | 1.03 | 1.56 | 1.78 | 1.81 | 1.68 | 1.51 | 0.99 |
|          |     | 400℃   | 1   | 1.03 | 2.21 | 2.43 | 2.62 | 2.61 | 2.27 | 1.08 |
| 表<br>6b) | 0.5 | Pt量    | 0   | 0.2  | 0.3  | 2.5  | 14.5 | 28.5 | 58.5 | 61.5 |
|          |     | Pt+Mn量 | 0.5 | 0.7  | 0.8  | 3    | 15   | 29   | 59   | 62   |
|          |     | 350℃   | 1   | 1.01 | 1.46 | 1.77 | 1.97 | 1.9  | 1.74 | 1    |
|          |     | 400℃   | 1   | 1.01 | 1.98 | 2.42 | 2.73 | 2.71 | 2.5  | 1.08 |
| 表<br>6c) | 1   | Pt量    | 0   | 0.2  | 0.3  | 2    | 14   | 28   | 58   | 61   |
|          |     | Pt+Mn量 | 1   | 1.2  | 1.3  | 3    | 15   | 29   | 59   | 62   |
|          |     | 350℃   | 1   | 1.01 | 1.45 | 1.78 | 2.07 | 1.98 | 1.84 | 1.04 |
|          |     | 400℃   | 1   | 1.01 | 1.91 | 2.4  | 2.9  | 2.81 | 2.61 | 1.1  |
| 表<br>6d) | 2   | Pt量    | 0   | 0.2  | 0.3  | 2    | 13   | 27   | 57   | 60   |
|          |     | Pt+Mn量 | 2   | 2.2  | 2.3  | 4    | 15   | 29   | 59   | 62   |
|          |     | 350℃   | 1   | 1.01 | 1.44 | 1.78 | 2.17 | 2.08 | 1.88 | 1.08 |
|          |     | 400℃   | 1   | 1.01 | 1.9  | 2.39 | 3.13 | 2.88 | 2.81 | 1.12 |
| 表<br>7a) | 5   | Pt量    | 0   | 0.2  | 0.3  | 2    | 10   | 24   | 54   | 57   |
|          |     | Pt+Mn量 | 5   | 5.2  | 5.3  | 7    | 15   | 29   | 59   | 62   |
|          |     | 350℃   | 1   | 1.01 | 1.43 | 1.7  | 2.16 | 1.98 | 1.86 | 1.05 |
|          |     | 400℃   | 1   | 1.01 | 1.89 | 2.21 | 3.04 | 2.92 | 2.73 | 1.11 |
| 表<br>7b) | 8   | Pt量    | 0   | 0.2  | 0.3  | 2    | 7    | 21   | 51   | 54   |
|          |     | Pt+Mn量 | 8   | 8.2  | 8.3  | 10   | 15   | 29   | 59   | 62   |
|          |     | 350℃   | 1   | 1.01 | 1.39 | 1.8  | 1.8  | 1.69 | 1.59 | 1.02 |
|          |     | 400℃   | 1   | 1.01 | 1.8  | 2.09 | 2.6  | 2.38 | 2.27 | 1.07 |
| 表<br>7c) | 12  | Pt量    | 0   | 0.2  | 0.3  | 2    | 7    | 17   | 47   | 50   |
|          |     | Pt+Mn量 | 12  | 12.2 | 12.3 | 14   | 19   | 29   | 59   | 62   |
|          |     | 350℃   | 1   | 1.01 | 1.38 | 1.61 | 1.8  | 1.58 | 1.47 | 1    |
|          |     | 400℃   | 1   | 1.01 | 1.77 | 2    | 2.2  | 2.17 | 2    | 1.02 |
| 表<br>7d) | 19  | Pt量    | 0   | 0.2  | 0.3  | 2    | 7    | 10   | 40   | 43   |
|          |     | Pt+Mn量 | 19  | 19.2 | 19.3 | 21   | 26   | 29   | 59   | 62   |
|          |     | 350℃   | 1   | 1    | 1.38 | 1.41 | 1.52 | 1.44 | 1.33 | 0.94 |
|          |     | 400℃   | 1   | 1    | 1.71 | 1.8  | 1.86 | 1.87 | 1.71 | 0.99 |
| 表<br>8a) | 22  | Pt量    | 0   | 0.2  | 0.3  | 2    | 7    | 10   | 37   | 40   |
|          |     | Pt+Mn量 | 22  | 22.2 | 22.3 | 24   | 29   | 32   | 59   | 62   |
|          |     | 350℃   | 1   | 0.99 | 1.1  | 1.11 | 1.13 | 1.1  | 1.01 | 0.88 |
|          |     | 400℃   | 1   | 0.99 | 1.18 | 1.19 | 1.21 | 1.2  | 0.99 | 1.01 |

【0140】

【表30】

| 表 3b) |     | Mn 量    |     |      |      |      |      |      |      |
|-------|-----|---------|-----|------|------|------|------|------|------|
|       |     | 1       | 2   | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
| 表 5d) | 0   | Pt 量    | 0   | 0.2  | 0.3  | 3    | 15   | 28   | 59   |
|       |     | Pt+Mn 量 | 0   | 0.2  | 0.3  | 3    | 15   | 29   | 59   |
|       |     | 350°C   | 1   | 1.02 | 1.44 | 1.82 | 1.81 | 1.84 | 1.46 |
|       |     | 400°C   | 1   | 1.02 | 1.92 | 1.99 | 2.45 | 2.21 | 1.95 |
| 表 5a) | 0.2 | Pt 量    | 0   | 0.2  | 0.3  | 2.8  | 14.8 | 28.8 | 58.8 |
|       |     | Pt+Mn 量 | 0.2 | 0.4  | 0.5  | 3    | 15   | 29   | 59   |
|       |     | 350°C   | 1   | 1.03 | 1.56 | 1.78 | 1.81 | 1.88 | 1.81 |
|       |     | 400°C   | 1   | 1.03 | 2.21 | 2.43 | 2.52 | 2.51 | 2.27 |
| 表 5b) | 0.5 | Pt 量    | 0   | 0.2  | 0.3  | 2.5  | 14.5 | 28.5 | 58.5 |
|       |     | Pt+Mn 量 | 0.5 | 0.7  | 0.8  | 3    | 15   | 29   | 59   |
|       |     | 350°C   | 1   | 1.01 | 1.46 | 1.77 | 1.97 | 1.9  | 1.74 |
|       |     | 400°C   | 1   | 1.01 | 1.88 | 2.42 | 2.73 | 2.71 | 2.5  |
| 表 5c) | 1   | Pt 量    | 0   | 0.2  | 0.3  | 2    | 14   | 28   | 58   |
|       |     | Pt+Mn 量 | 1   | 1.2  | 1.3  | 3    | 15   | 29   | 59   |
|       |     | 350°C   | 1   | 1.01 | 1.45 | 1.78 | 2.07 | 1.98 | 1.84 |
|       |     | 400°C   | 1   | 1.01 | 1.91 | 2.4  | 2.9  | 2.81 | 2.51 |
| 表 5d) | 2   | Pt 量    | 0   | 0.2  | 0.3  | 2    | 13   | 27   | 57   |
|       |     | Pt+Mn 量 | 2   | 2.2  | 2.3  | 4    | 15   | 29   | 58   |
|       |     | 350°C   | 1   | 1.01 | 1.44 | 1.76 | 2.17 | 2.08 | 1.98 |
|       |     | 400°C   | 1   | 1.01 | 1.9  | 2.39 | 3.13 | 2.88 | 2.81 |
| 表 7a) | 5   | Pt 量    | 0   | 0.2  | 0.3  | 2    | 10   | 24   | 54   |
|       |     | Pt+Mn 量 | 5   | 5.2  | 5.3  | 7    | 15   | 29   | 59   |
|       |     | 350°C   | 1   | 1.01 | 1.43 | 1.7  | 2.16 | 1.98 | 1.88 |
|       |     | 400°C   | 1   | 1.01 | 1.88 | 2.21 | 3.04 | 2.92 | 2.73 |
| 表 7b) | 8   | Pt 量    | 0   | 0.2  | 0.3  | 2    | 7    | 21   | 51   |
|       |     | Pt+Mn 量 | 8   | 8.2  | 8.3  | 10   | 15   | 29   | 59   |
|       |     | 350°C   | 1   | 1.01 | 1.39 | 1.6  | 1.8  | 1.69 | 1.59 |
|       |     | 400°C   | 1   | 1.01 | 1.8  | 2.09 | 2.6  | 2.38 | 2.27 |
| 表 7c) | 12  | Pt 量    | 0   | 0.2  | 0.3  | 2    | 7    | 17   | 47   |
|       |     | Pt+Mn 量 | 12  | 12.2 | 12.3 | 14   | 19   | 29   | 59   |
|       |     | 350°C   | 1   | 1.01 | 1.38 | 1.51 | 1.6  | 1.58 | 1.47 |
|       |     | 400°C   | 1   | 1.01 | 1.77 | 2    | 2.2  | 2.17 | 2    |
| 表 7d) | 19  | Pt 量    | 0   | 0.2  | 0.3  | 2    | 7    | 10   | 40   |
|       |     | Pt+Mn 量 | 19  | 19.2 | 19.3 | 21   | 28   | 29   | 59   |
|       |     | 350°C   | 1   | 1    | 1.38 | 1.41 | 1.52 | 1.44 | 1.33 |
|       |     | 400°C   | 1   | 1    | 1.71 | 1.8  | 1.95 | 1.87 | 1.71 |
| 表 8a) | 22  | Pt 量    | 0   | 0.2  | 0.3  | 2    | 7    | 10   | 37   |
|       |     | Pt+Mn 量 | 22  | 22.2 | 22.3 | 24   | 29   | 32   | 59   |
|       |     | 350°C   | 1   | 0.99 | 1.1  | 1.11 | 1.13 | 1.1  | 1.01 |
|       |     | 400°C   | 1   | 0.99 | 1.18 | 1.19 | 1.21 | 1.2  | 0.99 |

【0141】

【表31】

表10 (Ta=0, N=0)

| Mn 量 |        |     |      |      |     |      |      |      |      |
|------|--------|-----|------|------|-----|------|------|------|------|
| 0    | Pt 量   | 0   | 0.2  | 0.3  | 3   | 15   | 29   | 59   | 62   |
|      | 添加元素総量 | 0   | 0.2  | 0.3  | 3   | 15   | 29   | 59   | 62   |
|      | 350℃   | 98  | 98   | 99   | 113 | 127  | 147  | 196  | 196  |
|      | 400℃   | 88  | 88   | 89   | 101 | 115  | 132  | 176  | 176  |
| 0.5  | Pt 量   | 0   | 0.2  | 0.3  | 2.5 | 14.5 | 28.5 | 58.5 | 61.5 |
|      | 添加元素総量 | 0.5 | 0.7  | 0.8  | 3   | 15   | 29   | 59   | 62   |
|      | 350℃   | 97  | 97   | 98   | 112 | 126  | 146  | 194  | 194  |
|      | 400℃   | 87  | 87   | 88   | 100 | 114  | 131  | 175  | 175  |
| 1    | Pt 量   | 0   | 0.2  | 0.3  | 2   | 14   | 28   | 58   | 61   |
|      | 添加元素総量 | 1   | 1.2  | 1.3  | 3   | 15   | 29   | 59   | 62   |
|      | 350℃   | 93  | 93   | 94   | 107 | 121  | 140  | 186  | 186  |
|      | 400℃   | 84  | 84   | 85   | 98  | 109  | 126  | 168  | 168  |
| 5    | Pt 量   | 0   | 0.2  | 0.3  | 2   | 10   | 24   | 54   | 57   |
|      | 添加元素総量 | 5   | 5.2  | 5.3  | 7   | 15   | 29   | 59   | 62   |
|      | 350℃   | 88  | 88   | 89   | 101 | 115  | 132  | 176  | 176  |
|      | 400℃   | 79  | 79   | 80   | 91  | 103  | 119  | 159  | 159  |
| 8    | Pt 量   | 0   | 0.2  | 0.3  | 2   | 7    | 21   | 51   | 54   |
|      | 添加元素総量 | 8   | 8.2  | 8.3  | 10  | 15   | 29   | 59   | 62   |
|      | 350℃   | 83  | 83   | 84   | 107 | 121  | 140  | 186  | 186  |
|      | 400℃   | 84  | 84   | 85   | 96  | 109  | 126  | 168  | 168  |
| 19   | Pt 量   | 0   | 0.2  | 0.3  | 2   | 7    | 10   | 40   | 43   |
|      | 添加元素総量 | 19  | 19.2 | 19.3 | 21  | 26   | 29   | 59   | 62   |
|      | 350℃   | 96  | 96   | 97   | 110 | 125  | 144  | 192  | 192  |
|      | 400℃   | 86  | 86   | 87   | 99  | 112  | 130  | 173  | 173  |
| 22   | Pt 量   | 0   | 0.2  | 0.3  | 2   | 7    | 10   | 37   | 40   |
|      | 添加元素総量 | 22  | 22.2 | 22.3 | 24  | 29   | 32   | 59   | 62   |
|      | 350℃   | 100 | 100  | 101  | 115 | 130  | 150  | 200  | 200  |
|      | 400℃   | 90  | 90   | 91   | 103 | 117  | 135  | 180  | 180  |

[0142]

\* \* [表32]

表11 (Ta=1, N=0)

| Mn 量 |        |     |      |      |     |      |      |      |      |
|------|--------|-----|------|------|-----|------|------|------|------|
| 0    | Pt 量   | 0   | 0.2  | 0.3  | 3   | 15   | 29   | 59   | 62   |
|      | 添加元素総量 | 1   | 1.2  | 1.3  | 4   | 16   | 30   | 60   | 63   |
|      | 350℃   | 99  | 99   | 100  | 114 | 129  | 149  | 198  | 198  |
|      | 400℃   | 89  | 89   | 90   | 102 | 116  | 134  | 178  | 178  |
| 0.5  | Pt 量   | 0   | 0.2  | 0.3  | 2.5 | 14.5 | 28.5 | 58.5 | 61.5 |
|      | 添加元素総量 | 1.5 | 1.7  | 1.8  | 4   | 16   | 30   | 60   | 63   |
|      | 350℃   | 98  | 98   | 99   | 113 | 127  | 147  | 196  | 196  |
|      | 400℃   | 88  | 88   | 89   | 101 | 115  | 132  | 176  | 176  |
| 1    | Pt 量   | 0   | 0.2  | 0.3  | 2   | 14   | 28   | 58   | 61   |
|      | 添加元素総量 | 2   | 2.2  | 2.3  | 4   | 16   | 30   | 60   | 63   |
|      | 350℃   | 94  | 94   | 95   | 108 | 122  | 141  | 188  | 188  |
|      | 400℃   | 85  | 85   | 85   | 97  | 110  | 127  | 169  | 169  |
| 5    | Pt 量   | 0   | 0.2  | 0.3  | 2   | 10   | 24   | 54   | 57   |
|      | 添加元素総量 | 6   | 6.2  | 6.3  | 8   | 16   | 30   | 60   | 63   |
|      | 350℃   | 89  | 89   | 90   | 102 | 116  | 134  | 178  | 178  |
|      | 400℃   | 80  | 80   | 81   | 92  | 104  | 120  | 160  | 160  |
| 8    | Pt 量   | 0   | 0.2  | 0.3  | 2   | 7    | 21   | 51   | 54   |
|      | 添加元素総量 | 8   | 8.2  | 8.3  | 11  | 16   | 30   | 60   | 63   |
|      | 350℃   | 94  | 94   | 95   | 108 | 122  | 141  | 188  | 188  |
|      | 400℃   | 85  | 85   | 85   | 97  | 110  | 127  | 169  | 169  |
| 19   | Pt 量   | 0   | 0.2  | 0.3  | 2   | 7    | 10   | 40   | 43   |
|      | 添加元素総量 | 20  | 20.2 | 20.3 | 22  | 27   | 30   | 60   | 63   |
|      | 350℃   | 97  | 97   | 98   | 112 | 126  | 146  | 194  | 194  |
|      | 400℃   | 87  | 87   | 88   | 100 | 114  | 131  | 175  | 175  |
| 22   | Pt 量   | 0   | 0.2  | 0.3  | 2   | 7    | 10   | 37   | 40   |
|      | 添加元素総量 | 23  | 23.2 | 23.3 | 25  | 30   | 33   | 60   | 63   |
|      | 350℃   | 101 | 101  | 102  | 116 | 131  | 151  | 202  | 202  |
|      | 400℃   | 91  | 91   | 92   | 105 | 119  | 136  | 182  | 182  |

[0143]

[表33]

表 12 ( $T_0=15, N=0$ )

| Mn 量 |        | 按 12 (18-15, N-0) |      |      |     |      |      |      |      |  |
|------|--------|-------------------|------|------|-----|------|------|------|------|--|
| 0    | Pt 量   | 0                 | 0.2  | 0.3  | 3   | 15   | 28   | 59   | 62   |  |
|      | 添加元素总量 | 15                | 15.2 | 15.3 | 18  | 30   | 44   | 74   | 77   |  |
|      | 350℃   | 58                | 58   | 59   | 67  | 75   | 87   | —    | —    |  |
|      | 400℃   | 52                | 52   | 53   | 60  | 66   | 78   | —    | —    |  |
| 0.5  | Pt 量   | 0                 | 0.2  | 0.3  | 2.5 | 14.5 | 28.5 | 58.5 | 61.5 |  |
|      | 添加元素总量 | 15.5              | 15.7 | 15.8 | 18  | 30   | 44   | 74   | 77   |  |
|      | 350℃   | 57                | 57   | 58   | 66  | 75   | 88   | —    | —    |  |
|      | 400℃   | 52                | 52   | 52   | 59  | 67   | 78   | —    | —    |  |
| 1    | Pt 量   | 0                 | 0.2  | 0.3  | 2   | 14   | 28   | 58   | 61   |  |
|      | 添加元素总量 | 16                | 16.2 | 16.3 | 18  | 30   | 44   | 74   | 77   |  |
|      | 350℃   | 55                | 55   | 56   | 63  | 72   | 83   | —    | —    |  |
|      | 400℃   | 50                | 50   | 50   | 57  | 64   | 74   | —    | —    |  |
| 5    | Pt 量   | 0                 | 0.2  | 0.3  | 2   | 10   | 24   | 54   | 57   |  |
|      | 添加元素总量 | 20                | 20.2 | 20.3 | 22  | 30   | 44   | 74   | 77   |  |
|      | 350℃   | 52                | 52   | 53   | 60  | 68   | 78   | —    | —    |  |
|      | 400℃   | 47                | 47   | 47   | 54  | 61   | 70   | —    | —    |  |
| 8    | Pt 量   | 0                 | 0.2  | 0.3  | 2   | 7    | 21   | 51   | 54   |  |
|      | 添加元素总量 | 23                | 23.2 | 23.3 | 25  | 30   | 44   | 74   | 77   |  |
|      | 350℃   | 55                | 55   | 56   | 63  | 72   | 83   | —    | —    |  |
|      | 400℃   | 50                | 50   | 50   | 57  | 64   | 74   | —    | —    |  |
| 19   | Pt 量   | 0                 | 0.2  | 0.3  | 2   | 7    | 10   | 40   | 43   |  |
|      | 添加元素总量 | 34                | 34.2 | 34.3 | 36  | 41   | 44   | 74   | 77   |  |
|      | 350℃   | 57                | 57   | 57   | 65  | 74   | 85   | —    | —    |  |
|      | 400℃   | 51                | 51   | 52   | 59  | 67   | 77   | —    | —    |  |
| 22   | Pt 量   | 0                 | 0.2  | 0.3  | 2   | 7    | 10   | 37   | 40   |  |
|      | 添加元素总量 | 37                | 37.2 | 37.3 | 39  | 44   | 47   | 74   | 77   |  |
|      | 350℃   | 59                | 59   | 60   | 68  | 77   | 89   | —    | —    |  |
|      | 400℃   | 53                | 53   | 54   | 61  | 69   | 80   | —    | —    |  |

【0144】

\* \* 【表34】

表13 ( $T_0=20, N=0$ )

| Mn 量 |        |      |      |      |     |      |      |      |      |
|------|--------|------|------|------|-----|------|------|------|------|
| 0    | Pt 量   | 0    | 0.2  | 0.3  | 3   | 15   | 29   | 59   | 62   |
|      | 添加元素總量 | 29   | 29.2 | 29.3 | 32  | 44   | 58   | 88   | 91   |
|      | 350°C  | 22   | 22   | 22   | 25  | 29   | 33   | —    | —    |
|      | 400°C  | 20   | 20   | 20   | 23  | 26   | 30   | —    | —    |
|      | Pt 量   | 0    | 0.2  | 0.3  | 2.5 | 14.5 | 28.5 | 58.5 | 61.5 |
|      | 添加元素總量 | 29.5 | 29.7 | 29.8 | 32  | 44   | 58   | 88   | 91   |
| 0.5  | 350°C  | 22   | 22   | 22   | 25  | 28   | 33   | —    | —    |
|      | 400°C  | 20   | 20   | 20   | 23  | 25   | 29   | —    | —    |
|      | Pt 量   | 0    | 0.2  | 0.3  | 2   | 14   | 28   | 58   | 61   |
| 1    | 添加元素總量 | 30   | 30.2 | 30.3 | 32  | 44   | 58   | 88   | 91   |
|      | 350°C  | 21   | 21   | 21   | 24  | 27   | 31   | —    | —    |
|      | 400°C  | 19   | 19   | 19   | 22  | 24   | 28   | —    | —    |
|      | Pt 量   | 0    | 0.2  | 0.3  | 2   | 10   | 24   | 54   | 57   |
|      | 添加元素總量 | 34   | 34.2 | 34.3 | 36  | 44   | 58   | 88   | 91   |
|      | 350°C  | 20   | 20   | 20   | 23  | 26   | 30   | —    | —    |
| 5    | 400°C  | 18   | 18   | 18   | 20  | 23   | 27   | —    | —    |
|      | Pt 量   | 0    | 0.2  | 0.3  | 2   | 7    | 21   | 51   | 54   |
|      | 添加元素總量 | 37   | 37.2 | 37.3 | 39  | 44   | 58   | 88   | 91   |
| 8    | 350°C  | 21   | 21   | 21   | 24  | 27   | 31   | —    | —    |
|      | 400°C  | 19   | 19   | 19   | 22  | 24   | 28   | —    | —    |
|      | Pt 量   | 0    | 0.2  | 0.3  | 2   | 7    | 10   | 40   | 43   |
| 19   | 添加元素總量 | 48   | 48.2 | 48.3 | 50  | 55   | 58   | 88   | 91   |
|      | 350°C  | 22   | 22   | 22   | 25  | 28   | 32   | —    | —    |
|      | 400°C  | 19   | 19   | 20   | 22  | 25   | 28   | —    | —    |
|      | Pt 量   | 0    | 0.2  | 0.3  | 2   | 7    | 10   | 37   | 40   |
|      | 添加元素總量 | 51   | 51.2 | 51.3 | 53  | 58   | 61   | 88   | 91   |
|      | 350°C  | 22   | 22   | 23   | 26  | 29   | 34   | —    | —    |
| 22   | 400°C  | 20   | 20   | 20   | 23  | 26   | 30   | —    | —    |

【0145】

【表 35】

表14 (Ts=31, N=0)

| Mn量 |               | 0    | 0.2  | 0.3  | 3  | 15 | 29 | 59 | 62 |
|-----|---------------|------|------|------|----|----|----|----|----|
| 0   | Pt量<br>添加元素総量 | 31   | 31.2 | 31.3 | 34 | 46 | 60 | 90 | 93 |
|     | 350℃          | 18   | 18   | 18   | 21 | 23 | 27 | —  | —  |
|     | 400℃          | 16   | 16   | 16   | 19 | 21 | 24 | —  | —  |
| 0.5 | Pt量<br>添加元素総量 | 31.5 | 31.7 | 31.8 | 34 | 46 | 60 | 90 | 93 |
|     | 350℃          | 18   | 18   | 18   | 20 | 23 | 27 | —  | —  |
|     | 400℃          | 16   | 16   | 16   | 18 | 21 | 24 | —  | —  |
| 1   | Pt量<br>添加元素総量 | 32   | 32.2 | 32.3 | 34 | 46 | 60 | 90 | 93 |
|     | 350℃          | 17   | 17   | 17   | 20 | 22 | 26 | —  | —  |
|     | 400℃          | 15   | 15   | 16   | 18 | 20 | 23 | —  | —  |
| 5   | Pt量<br>添加元素総量 | 36   | 36.2 | 36.3 | 38 | 48 | 60 | 90 | 93 |
|     | 350℃          | 18   | 18   | 18   | 19 | 21 | 24 | —  | —  |
|     | 400℃          | 15   | 15   | 16   | 17 | 19 | 22 | —  | —  |
| 8   | Pt量<br>添加元素総量 | 39   | 39.2 | 39.3 | 41 | 46 | 60 | 90 | 93 |
|     | 350℃          | 17   | 17   | 17   | 20 | 22 | 26 | —  | —  |
|     | 400℃          | 15   | 15   | 16   | 18 | 20 | 23 | —  | —  |
| 19  | Pt量<br>添加元素総量 | 50   | 50.2 | 50.3 | 52 | 67 | 60 | 90 | 93 |
|     | 350℃          | 18   | 18   | 18   | 20 | 23 | 26 | —  | —  |
|     | 400℃          | 16   | 16   | 16   | 18 | 21 | 24 | —  | —  |
| 22  | Pt量<br>添加元素総量 | 53   | 53.2 | 53.3 | 55 | 60 | 63 | 90 | 93 |
|     | 350℃          | 18   | 18   | 18   | 21 | 24 | 26 | —  | —  |
|     | 400℃          | 17   | 17   | 17   | 19 | 21 | 25 | —  | —  |

【0146】

\* \* 【表36】

表15 (Ts=0, N=1)

| Mn量 |               | 0   | 0.2  | 0.3  | 3   | 15  | 29  | 59  | 62  |
|-----|---------------|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0   | Pt量<br>添加元素総量 | 1   | 1.2  | 1.3  | 4   | 16  | 30  | 60  | 63  |
|     | 350℃          | 101 | 101  | 102  | 116 | 131 | 152 | 202 | 202 |
|     | 400℃          | 91  | 91   | 92   | 105 | 118 | 138 | 182 | 182 |
| 0.5 | Pt量<br>添加元素総量 | 1.5 | 1.7  | 1.8  | 4   | 16  | 30  | 60  | 63  |
|     | 350℃          | 100 | 100  | 101  | 115 | 130 | 150 | 200 | 200 |
|     | 400℃          | 90  | 90   | 91   | 103 | 117 | 135 | 180 | 180 |
| 1   | Pt量<br>添加元素総量 | 2   | 2.2  | 2.3  | 4   | 16  | 30  | 60  | 63  |
|     | 350℃          | 96  | 96   | 97   | 110 | 125 | 144 | 192 | 192 |
|     | 400℃          | 86  | 86   | 87   | 99  | 112 | 130 | 173 | 173 |
| 5   | Pt量<br>添加元素総量 | 6   | 6.2  | 6.3  | 8   | 16  | 30  | 60  | 63  |
|     | 350℃          | 91  | 91   | 92   | 105 | 118 | 138 | 182 | 182 |
|     | 400℃          | 82  | 82   | 83   | 94  | 106 | 123 | 164 | 164 |
| 8   | Pt量<br>添加元素総量 | 9   | 9.2  | 9.3  | 11  | 16  | 30  | 60  | 63  |
|     | 350℃          | 96  | 96   | 97   | 110 | 125 | 144 | 192 | 192 |
|     | 400℃          | 86  | 86   | 87   | 99  | 112 | 130 | 173 | 173 |
| 19  | Pt量<br>添加元素総量 | 20  | 20.2 | 20.3 | 22  | 27  | 30  | 60  | 63  |
|     | 350℃          | 89  | 89   | 90   | 102 | 116 | 134 | 178 | 178 |
|     | 400℃          | 89  | 89   | 90   | 102 | 116 | 134 | 178 | 178 |
| 22  | Pt量<br>添加元素総量 | 23  | 23.2 | 23.3 | 25  | 30  | 33  | 60  | 63  |
|     | 350℃          | 103 | 103  | 104  | 118 | 134 | 155 | 208 | 208 |
|     | 400℃          | 93  | 93   | 94   | 107 | 121 | 139 | 185 | 185 |

【0147】

【表37】

表 16 (Ta=0, N=10)

| Mn 量 |              | 0        | 0.2      | 0.3      | 3        | 15       | 29       | 59     | 82     |
|------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|--------|
| 0    | Pt 量         | 10       | 10.2     | 10.3     | 13       | 25       | 39       | 69     | 72     |
|      | 添加元素総量       | 82       | 82       | 83       | 71       | 81       | 83       | —      | —      |
|      | 350℃<br>400℃ | 56<br>56 | 56<br>56 | 56<br>56 | 64<br>64 | 73<br>73 | 84<br>84 | —<br>— | —<br>— |
| 0.5  | Pt 量         | 0        | 0.2      | 0.3      | 2.5      | 14.5     | 28.5     | 58.5   | 61.5   |
|      | 添加元素総量       | 10.5     | 10.7     | 10.8     | 13       | 25       | 39       | 69     | 72     |
|      | 350℃<br>400℃ | 61<br>65 | 61<br>65 | 62<br>66 | 71<br>64 | 80<br>72 | 92<br>83 | —<br>— | —<br>— |
| 1    | Pt 量         | 0        | 0.2      | 0.3      | 2        | 14       | 28       | 58     | 61     |
|      | 添加元素総量       | 11       | 11.2     | 11.3     | 13       | 25       | 39       | 69     | 72     |
|      | 350℃<br>400℃ | 59<br>53 | 59<br>53 | 59<br>54 | 68<br>61 | 77<br>69 | 88<br>80 | —<br>— | —<br>— |
| 5    | Pt 量         | 0        | 0.2      | 0.3      | 2        | 10       | 24       | 54     | 57     |
|      | 添加元素総量       | 15       | 15.2     | 15.3     | 17       | 25       | 39       | 69     | 72     |
|      | 350℃<br>400℃ | 56<br>50 | 56<br>50 | 56<br>51 | 64<br>58 | 73<br>65 | 84<br>75 | —<br>— | —<br>— |
| 8    | Pt 量         | 0        | 0.2      | 0.3      | 2        | 7        | 21       | 51     | 54     |
|      | 添加元素総量       | 18       | 18.2     | 18.3     | 20       | 25       | 39       | 69     | 72     |
|      | 350℃<br>400℃ | 59<br>53 | 59<br>53 | 59<br>54 | 68<br>61 | 77<br>69 | 88<br>80 | —<br>— | —<br>— |
| 19   | Pt 量         | 0        | 0.2      | 0.3      | 2        | 7        | 10       | 40     | 43     |
|      | 添加元素総量       | 29       | 29.2     | 29.3     | 31       | 36       | 39       | 68     | 72     |
|      | 350℃<br>400℃ | 61<br>55 | 61<br>55 | 61<br>55 | 70<br>63 | 79<br>71 | 91<br>82 | —<br>— | —<br>— |
| 22   | Pt 量         | 0        | 0.2      | 0.3      | 2        | 7        | 10       | 37     | 40     |
|      | 添加元素総量       | 32       | 32.2     | 32.3     | 34       | 39       | 42       | 69     | 72     |
|      | 350℃<br>400℃ | 63<br>57 | 63<br>57 | 64<br>57 | 73<br>65 | 82<br>74 | 95<br>85 | —<br>— | —<br>— |

【0148】

\* \* 【表38】

表 17 (Ta=0, N=19)

| Mn 量 |              | 0        | 0.2      | 0.3      | 3        | 15       | 29       | 59     | 82     |
|------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|--------|
| 0    | Pt 量         | 19       | 19.2     | 19.3     | 22       | 34       | 48       | 78     | 81     |
|      | 添加元素総量       | 25       | 25       | 25       | 29       | 33       | 38       | —      | —      |
|      | 350℃<br>400℃ | 23<br>23 | 23<br>23 | 23<br>23 | 26<br>26 | 29<br>29 | 34<br>34 | —<br>— | —<br>— |
| 0.5  | Pt 量         | 0        | 0.2      | 0.3      | 2.5      | 14.5     | 28.5     | 58.5   | 61.5   |
|      | 添加元素総量       | 19.5     | 19.7     | 19.8     | 22       | 34       | 48       | 78     | 81     |
|      | 350℃<br>400℃ | 25<br>22 | 25<br>22 | 25<br>22 | 28<br>26 | 32<br>29 | 37<br>33 | —<br>— | —<br>— |
| 1    | Pt 量         | 0        | 0.2      | 0.3      | 2        | 14       | 28       | 58     | 61     |
|      | 添加元素総量       | 20       | 20.2     | 20.3     | 22       | 34       | 48       | 78     | 81     |
|      | 350℃<br>400℃ | 24<br>21 | 24<br>21 | 24<br>22 | 27<br>25 | 31<br>28 | 36<br>32 | —<br>— | —<br>— |
| 5    | Pt 量         | 0        | 0.2      | 0.3      | 2        | 10       | 24       | 54     | 57     |
|      | 添加元素総量       | 24       | 24.2     | 24.3     | 26       | 34       | 48       | 78     | 81     |
|      | 350℃<br>400℃ | 23<br>20 | 23<br>20 | 23<br>20 | 28<br>23 | 29<br>29 | 34<br>30 | —<br>— | —<br>— |
| 8    | Pt 量         | 0        | 0.2      | 0.3      | 2        | 7        | 21       | 51     | 54     |
|      | 添加元素総量       | 27       | 27.2     | 27.3     | 29       | 34       | 48       | 78     | 81     |
|      | 350℃<br>400℃ | 24<br>21 | 24<br>21 | 24<br>22 | 27<br>25 | 31<br>28 | 36<br>32 | —<br>— | —<br>— |
| 19   | Pt 量         | 0        | 0.2      | 0.3      | 2        | 7        | 10       | 40     | 43     |
|      | 添加元素総量       | 38       | 38.2     | 38.3     | 40       | 45       | 48       | 78     | 81     |
|      | 350℃<br>400℃ | 25<br>22 | 25<br>22 | 25<br>22 | 28<br>25 | 32<br>29 | 37<br>33 | —<br>— | —<br>— |
| 22   | Pt 量         | 0        | 0.2      | 0.3      | 2        | 7        | 10       | 37     | 40     |
|      | 添加元素総量       | 41       | 41.2     | 41.3     | 43       | 48       | 51       | 78     | 81     |
|      | 350℃<br>400℃ | 26<br>23 | 26<br>23 | 26<br>23 | 29<br>26 | 33<br>30 | 38<br>34 | —<br>— | —<br>— |

【0149】

【表39】

表18 (Ta=0, N=21)

| Mn量 |        | 0    | 0.2  | 0.3  | 3   | 15   | 29   | 59   | 82   |
|-----|--------|------|------|------|-----|------|------|------|------|
| 0   | Pt量    | 0    | 0.2  | 0.3  | 3   | 15   | 29   | 59   | 82   |
|     | 添加元素総量 | 21   | 21.2 | 21.3 | 24  | 36   | 50   | 80   | 83   |
|     | 350℃   | 21   | 21   | 21   | 24  | 27   | 32   | —    | —    |
|     | 400℃   | 19   | 19   | 19   | 22  | 25   | 28   | —    | —    |
| 0.5 | Pt量    | 0    | 0.2  | 0.3  | 2.5 | 14.5 | 28.5 | 58.5 | 81.5 |
|     | 添加元素総量 | 21.5 | 21.7 | 21.8 | 24  | 36   | 50   | 80   | 83   |
|     | 350℃   | 21   | 21   | 21   | 24  | 27   | 31   | —    | —    |
|     | 400℃   | 19   | 19   | 19   | 22  | 24   | 28   | —    | —    |
| 1   | Pt量    | 0    | 0.2  | 0.3  | 2   | 14   | 28   | 58   | 81   |
|     | 添加元素総量 | 22   | 22.2 | 22.3 | 24  | 36   | 50   | 80   | 83   |
|     | 350℃   | 20   | 20   | 20   | 23  | 26   | 30   | —    | —    |
|     | 400℃   | 18   | 18   | 18   | 21  | 23   | 27   | —    | —    |
| 5   | Pt量    | 0    | 0.2  | 0.3  | 2   | 10   | 24   | 54   | 57   |
|     | 添加元素総量 | 26   | 26.2 | 26.3 | 28  | 38   | 50   | 80   | 83   |
|     | 350℃   | 19   | 19   | 19   | 22  | 25   | 28   | —    | —    |
|     | 400℃   | 17   | 17   | 17   | 20  | 22   | 26   | —    | —    |
| 8   | Pt量    | 0    | 0.2  | 0.3  | 2   | 7    | 21   | 51   | 54   |
|     | 添加元素総量 | 29   | 29.2 | 29.3 | 31  | 36   | 50   | 80   | 83   |
|     | 350℃   | 20   | 20   | 20   | 23  | 26   | 30   | —    | —    |
|     | 400℃   | 18   | 18   | 18   | 21  | 23   | 27   | —    | —    |
| 19  | Pt量    | 0    | 0.2  | 0.3  | 2   | 7    | 10   | 40   | 43   |
|     | 添加元素総量 | 40   | 40.2 | 40.3 | 42  | 47   | 50   | 80   | 83   |
|     | 350℃   | 21   | 21   | 21   | 24  | 27   | 31   | —    | —    |
|     | 400℃   | 19   | 19   | 19   | 21  | 24   | 28   | —    | —    |
| 22  | Pt量    | 0    | 0.2  | 0.3  | 2   | 7    | 10   | 37   | 40   |
|     | 添加元素総量 | 43   | 43.2 | 43.3 | 45  | 50   | 53   | 80   | 83   |
|     | 350℃   | 21   | 21   | 22   | 25  | 28   | 32   | —    | —    |
|     | 400℃   | 19   | 19   | 19   | 22  | 25   | 29   | —    | —    |

【0150】

\* \* 【表40】

表19 (Ta=3, N=2)

| Mn量 |        | 0   | 0.2  | 0.3  | 3   | 15   | 29   | 59   | 82   |
|-----|--------|-----|------|------|-----|------|------|------|------|
| 0   | Pt量    | 0   | 0.2  | 0.3  | 3   | 15   | 29   | 59   | 82   |
|     | 添加元素総量 | 5   | 5.2  | 5.3  | 8   | 20   | 34   | 64   | 87   |
|     | 350℃   | 79  | 79   | 80   | 91  | 103  | 119  | 158  | 158  |
|     | 400℃   | 71  | 71   | 72   | 82  | 92   | 107  | 142  | 142  |
| 0.5 | Pt量    | 0   | 0.2  | 0.3  | 2.5 | 14.5 | 28.5 | 58.5 | 81.5 |
|     | 添加元素総量 | 5.5 | 5.7  | 5.8  | 8   | 20   | 34   | 64   | 87   |
|     | 350℃   | 78  | 78   | 78   | 80  | 102  | 117  | 156  | 156  |
|     | 400℃   | 70  | 70   | 71   | 81  | 92   | 106  | 141  | 141  |
| 1   | Pt量    | 0   | 0.2  | 0.3  | 2   | 14   | 28   | 58   | 61   |
|     | 添加元素総量 | 6   | 6.2  | 6.3  | 8   | 20   | 34   | 64   | 87   |
|     | 350℃   | 75  | 75   | 76   | 86  | 98   | 113  | 150  | 150  |
|     | 400℃   | 68  | 68   | 68   | 78  | 88   | 101  | 135  | 135  |
| 5   | Pt量    | 0   | 0.2  | 0.3  | 2   | 10   | 24   | 54   | 57   |
|     | 添加元素総量 | 10  | 10.2 | 10.3 | 12  | 20   | 34   | 64   | 67   |
|     | 350℃   | 71  | 71   | 72   | 82  | 92   | 107  | 142  | 142  |
|     | 400℃   | 64  | 64   | 65   | 74  | 83   | 96   | 128  | 128  |
| 8   | Pt量    | 0   | 0.2  | 0.3  | 2   | 7    | 21   | 51   | 54   |
|     | 添加元素総量 | 13  | 13.2 | 13.3 | 15  | 20   | 34   | 64   | 67   |
|     | 350℃   | 75  | 75   | 76   | 86  | 98   | 113  | 150  | 150  |
|     | 400℃   | 68  | 68   | 68   | 78  | 88   | 101  | 135  | 135  |
| 19  | Pt量    | 0   | 0.2  | 0.3  | 2   | 7    | 10   | 40   | 43   |
|     | 添加元素総量 | 24  | 24.2 | 24.3 | 26  | 31   | 34   | 64   | 67   |
|     | 350℃   | 77  | 77   | 78   | 89  | 101  | 116  | 153  | 153  |
|     | 400℃   | 70  | 70   | 70   | 80  | 91   | 105  | 139  | 139  |
| 22  | Pt量    | 0   | 0.2  | 0.3  | 2   | 7    | 10   | 37   | 40   |
|     | 添加元素総量 | 27  | 27.2 | 27.3 | 28  | 34   | 37   | 64   | 67   |
|     | 350℃   | 81  | 81   | 81   | 93  | 105  | 121  | 161  | 161  |
|     | 400℃   | 73  | 73   | 73   | 83  | 94   | 108  | 145  | 145  |

【0151】

【表41】

**表 20 ( $T_0=14, N=7$ )**

| Mn 量 |        |      |      |      |     |      |      |      |      |
|------|--------|------|------|------|-----|------|------|------|------|
| 0    | Pt 量   | 0    | 0.2  | 0.3  | 3   | 15   | 29   | 59   | 62   |
|      | 添加元素総量 | 21   | 21.2 | 21.3 | 24  | 38   | 50   | 80   | 83   |
|      | 350℃   | 38   | 38   | 38   | 44  | 49   | 57   | —    | —    |
| 0.5  | 400℃   | 34   | 34   | 35   | 39  | 44   | 51   | —    | —    |
|      | Pt 量   | 0    | 0.2  | 0.3  | 2.5 | 14.5 | 28.5 | 58.5 | 61.5 |
|      | 添加元素総量 | 21.5 | 21.7 | 21.8 | 24  | 36   | 50   | 80   | 83   |
| 1    | 350℃   | 38   | 38   | 38   | 43  | 49   | 56   | —    | —    |
|      | 400℃   | 34   | 34   | 34   | 39  | 44   | 51   | —    | —    |
|      | Pt 量   | 0    | 0.2  | 0.3  | 2   | 14   | 28   | 58   | 61   |
| 5    | 添加元素総量 | 22   | 22.2 | 22.3 | 24  | 36   | 50   | 80   | 83   |
|      | 350℃   | 36   | 36   | 36   | 42  | 47   | 54   | —    | —    |
|      | 400℃   | 32   | 32   | 33   | 37  | 42   | 49   | —    | —    |
| 8    | Pt 量   | 0    | 0.2  | 0.3  | 2   | 10   | 24   | 54   | 57   |
|      | 添加元素総量 | 26   | 26.2 | 26.3 | 28  | 36   | 50   | 80   | 83   |
|      | 350℃   | 34   | 34   | 35   | 39  | 44   | 51   | —    | —    |
| 19   | 400℃   | 31   | 31   | 31   | 35  | 40   | 48   | —    | —    |
|      | Pt 量   | 0    | 0.2  | 0.3  | 2   | 7    | 21   | 51   | 54   |
|      | 添加元素総量 | 29   | 29.2 | 29.3 | 31  | 36   | 50   | 80   | 83   |
| 22   | 350℃   | 36   | 36   | 36   | 42  | 47   | 54   | —    | —    |
|      | 400℃   | 32   | 32   | 33   | 37  | 42   | 49   | —    | —    |
|      | Pt 量   | 0    | 0.2  | 0.3  | 2   | 7    | 10   | 40   | 43   |
| 19   | 添加元素総量 | 40   | 40.2 | 40.3 | 42  | 47   | 50   | 80   | 83   |
|      | 350℃   | 37   | 37   | 38   | 43  | 48   | 56   | —    | —    |
|      | 400℃   | 34   | 34   | 34   | 39  | 44   | 50   | —    | —    |
| 22   | Pt 量   | 0    | 0.2  | 0.3  | 2   | 7    | 10   | 37   | 40   |
|      | 添加元素総量 | 43   | 43.2 | 43.3 | 45  | 50   | 53   | 80   | 83   |
|      | 350℃   | 39   | 39   | 39   | 45  | 50   | 58   | —    | —    |
| 22   | 400℃   | 35   | 35   | 35   | 40  | 45   | 52   | —    | —    |

【 0 1 5 2 】

\* \* 【表42】

表21 (Ta=29, N=19)

| Mn 量 |        | 0    | 0.2  | 0.3  | 3   | 15   | 28   | 58   | 62   |
|------|--------|------|------|------|-----|------|------|------|------|
| 0    | Pt 量   | 0    | 0.2  | 0.3  | 3   | 15   | 28   | 58   | 62   |
|      | 添加元素總量 | 48   | 48.2 | 48.3 | 51  | 63   | 77   | 107  | 110  |
|      | 350℃   | 5    | 5    | 5    | 6   | 7    | —    | —    | —    |
| 0.5  | Pt 量   | 0    | 0.2  | 0.3  | 2.5 | 14.5 | 28.5 | 58.5 | 61.5 |
|      | 添加元素總量 | 48.5 | 48.7 | 48.8 | 51  | 63   | 77   | 107  | 110  |
|      | 350℃   | 5    | 5    | 5    | 6   | 6    | —    | —    | —    |
| 1    | Pt 量   | 0    | 0.2  | 0.3  | 2   | 14   | 28   | 58   | 61   |
|      | 添加元素總量 | 49   | 49.2 | 49.3 | 51  | 63   | 77   | 107  | 110  |
|      | 350℃   | 5    | 5    | 5    | 5   | 6    | —    | —    | —    |
| 5    | Pt 量   | 0    | 0.2  | 0.3  | 2   | 10   | 24   | 54   | 57   |
|      | 添加元素總量 | 53   | 53.2 | 53.3 | 55  | 63   | 77   | 107  | 110  |
|      | 350℃   | 5    | 5    | 5    | 5   | 6    | —    | —    | —    |
| 8    | Pt 量   | 0    | 0.2  | 0.3  | 2   | 7    | 21   | 51   | 54   |
|      | 添加元素總量 | 58   | 58.2 | 58.3 | 58  | 63   | 77   | 107  | 110  |
|      | 350℃   | 5    | 5    | 5    | 5   | 6    | —    | —    | —    |
| 19   | Pt 量   | 0    | 0.2  | 0.3  | 2   | 7    | 10   | 40   | 43   |
|      | 添加元素總量 | 67   | 67.2 | 67.3 | 69  | 74   | 77   | 107  | 110  |
|      | 350℃   | 5    | 5    | 5    | 5   | —    | —    | —    | —    |
| 22   | Pt 量   | 0    | 0.2  | 0.3  | 2   | 7    | 10   | 37   | 40   |
|      | 添加元素總量 | 70   | 70.2 | 70.3 | 72  | 77   | 80   | 107  | 110  |
|      | 350℃   | 5    | 5    | 5    | —   | —    | —    | —    | —    |

【 0 1 5 3 】

【表 4 3】



表 22 (Ta=31, N=21)

| Mn 量 | Pt 量<br>添加元素総量 | 0    | 0.2  | 0.3  | 3   | 15   | 28   | 59   | 62   |
|------|----------------|------|------|------|-----|------|------|------|------|
|      |                | 52   | 52.2 | 52.3 | 55  | 67   | 81   | 111  | 114  |
| 0    | 350℃           | 5    | 5    | 5    | 5   | 6    | —    | —    | —    |
|      | 400℃           | 4    | 4    | 4    | 5   | 5    | —    | —    | —    |
|      | 400℃           | 4    | 4    | 4    | 5   | 5    | —    | —    | —    |
| 0.5  | Pt 量<br>添加元素総量 | 0    | 0.2  | 0.3  | 2.5 | 14.5 | 28.5 | 58.5 | 61.5 |
|      | 350℃           | 52.5 | 52.7 | 52.8 | 55  | 67   | 81   | 111  | 114  |
|      | 400℃           | 4    | 4    | 4    | 5   | 5    | —    | —    | —    |
| 1    | Pt 量<br>添加元素総量 | 0    | 0.2  | 0.3  | 2   | 14   | 28   | 58   | 61   |
|      | 350℃           | 53   | 53.2 | 53.3 | 55  | 67   | 81   | 111  | 114  |
|      | 400℃           | 4    | 4    | 4    | 5   | 5    | —    | —    | —    |
| 5    | Pt 量<br>添加元素総量 | 0    | 0.2  | 0.3  | 2   | 10   | 24   | 54   | 57   |
|      | 350℃           | 57   | 57.2 | 57.3 | 59  | 67   | 81   | 111  | 114  |
|      | 400℃           | 4    | 4    | 4    | 5   | 5    | —    | —    | —    |
| 8    | Pt 量<br>添加元素総量 | 0    | 0.2  | 0.3  | 2   | 7    | 21   | 51   | 54   |
|      | 350℃           | 60   | 60.2 | 60.3 | 62  | 67   | 81   | 111  | 114  |
|      | 400℃           | 4    | 4    | 4    | 5   | 5    | —    | —    | —    |
| 19   | Pt 量<br>添加元素総量 | 0    | 0.2  | 0.3  | 2   | 7    | 10   | 40   | 43   |
|      | 350℃           | 71   | 71.2 | 71.3 | 73  | 78   | 81   | 111  | 114  |
|      | 400℃           | —    | —    | —    | —   | —    | —    | —    | —    |
| 22   | Pt 量<br>添加元素総量 | 0    | 0.2  | 0.3  | 2   | 7    | 10   | 37   | 40   |
|      | 350℃           | 74   | 74.2 | 74.3 | 76  | 81   | 84   | 111  | 114  |
|      | 400℃           | —    | —    | —    | —   | —    | —    | —    | —    |

【0154】

【発明の効果】本発明によれば、高温で熱処理しても、信頼性および安定性が低下しにくい磁気抵抗素子を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 (a)～(c)は、最長距離R1を説明するための断面図である。

【図2】 本発明の磁気抵抗素子の一形態の平面図である。

\*

\*【図3】 本発明の磁気抵抗素子の一形態の断面図である。

【図4】 本発明の磁気抵抗素子の基本構成の一例を示す断面図である。

【図5】 本発明の磁気抵抗素子の基本構成の別の一例を示す断面図である。

【図6】 本発明の磁気抵抗素子の基本構成のまた別の一例を示す断面図である。

【図7】 本発明の磁気抵抗素子の基本構成のさらに別の一例を示す断面図である。

【図8】 本発明の磁気抵抗素子の基本構成のまたさらに別の一例を示す断面図である。

【図9】 本発明の磁気抵抗素子の基本構成のまた別の一例を示す断面図である。

【図10】 本発明の磁気抵抗素子の基本構成のさらに別の一例を示す断面図である。

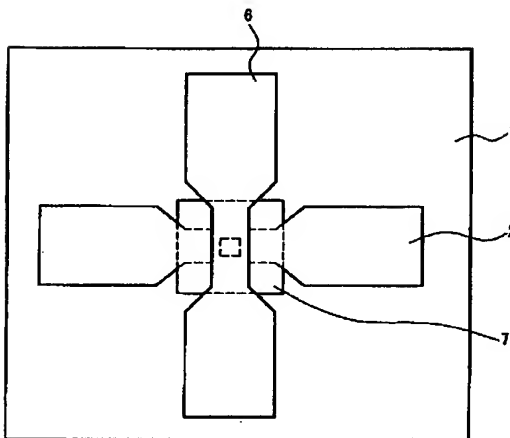
【図11】 本発明の磁気抵抗素子の基本構成のまたさらに別の一例を示す断面図である。

【図12】 (a)～(d)は、それぞれ、実施例で作製した磁気抵抗素子の一部の断面図である。

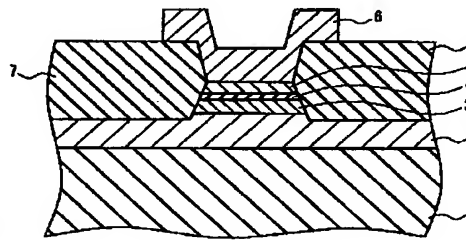
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 下部電極
- 3, 5 強磁性層
- 4 非磁性層
- 6 上部電極
- 7 層間絶縁膜
- 8 反強磁性層
- 51, 53, 71, 73 強磁性膜
- 52, 72 非磁性金属膜

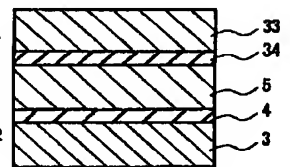
【図2】



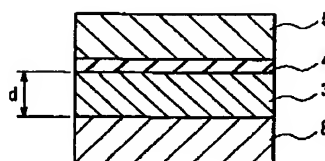
【図3】



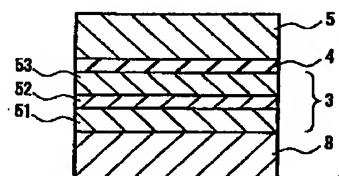
【図6】



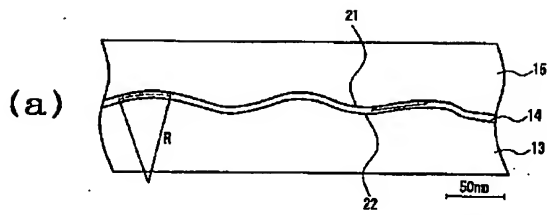
【図4】



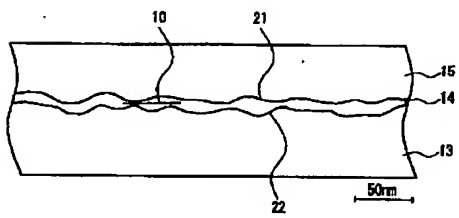
【図8】



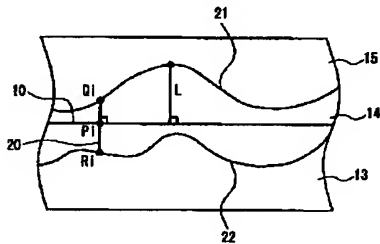
【図1】



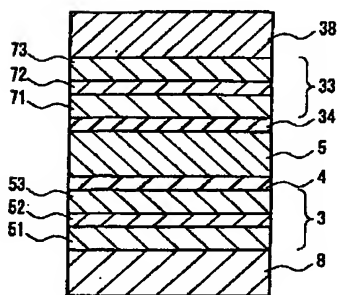
(b)



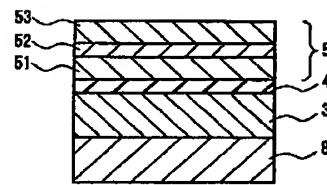
(c)



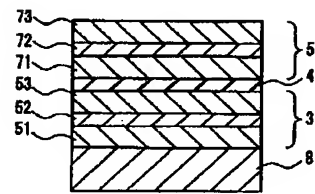
【図7】



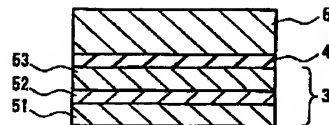
【図5】



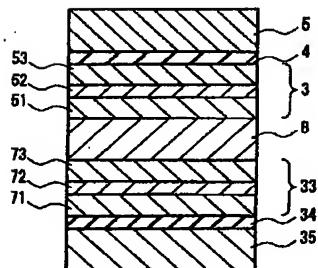
【図10】



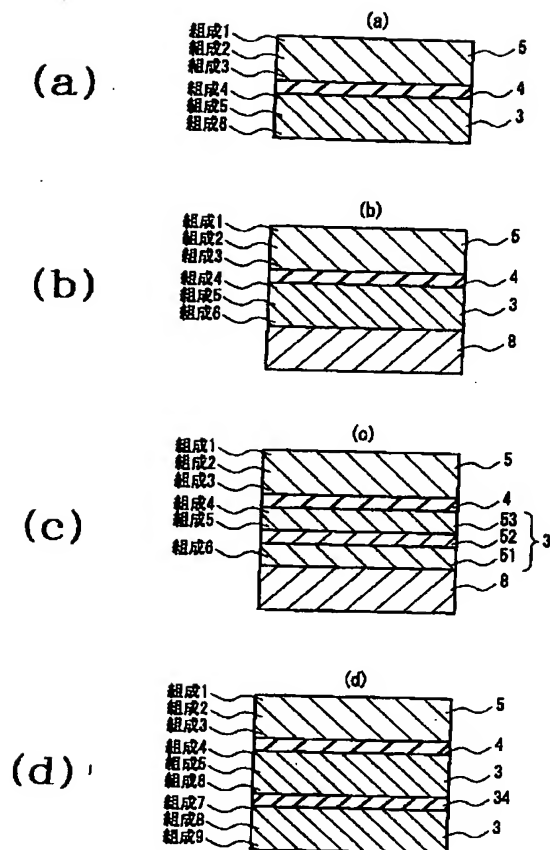
【図9】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

ターマコード (参考)

H 0 1 F 10/32

H 0 1 F 10/32

41/14

41/14

H 0 1 L 43/10

H 0 1 L 43/10

43/12

43/12

(72)発明者 杉田 康成

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 川島 良男

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 里見 三男

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 平本 雅祥

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

F ターム (参考) 5D034 BA03

5E049 AA01 AA04 AA07 BA12